



MASTEROPPGAVE

Sykkelsikkerhet, Bergen

- En analyse av opplevd trygghet og de rommelige forholdene for sykkelulykker i Bergen.

Cycling safety

- An analysis of perception of safety and the spatial conditions for cycling accidents in Bergen.

Frode Vikøren Skauge

Master i areal og eiendom

Institutt for byggfag

Wendy Guan Zhen Tan og Akkelies van Nes.

20.mai 2022

Forord

Etter noen spennende år i arbeidslivet som rådgiver, falt det naturlige valget å ta steget tilbake til skolebenken for å lære mer om det som lå hjerte nærmest, å ta steget mot veien som arealplanlegger. Allerede en sen sommer i 2020 begynte tankene å svirre rundt hva som kunne bli tematikken for oppgaven. Etter mange spennende og inspirerende forelesninger, stod valget til slutt mellom boligfortetting eller sykkelplanlegging. Etter en sykkelrelatert trafikkulykke jeg opplevde under studiet, ble gnisten for alvor tent knyttet til sykkelplanlegging og trafikksikkerhet.

Utfordringen var imidlertid å peile ut kursen for denne type masteroppgave, da tilsvarende forskning på fagfeltet etter min kjennskap, aldri hadde vært gjort før. Tilblivelsen av denne oppgaven er farget av kreativitet og har blitt til gjennom mange spennende og interessante samtaler med medstudenter, veiledere og andre ansatte på instituttet.

Det rettes en stor takk til min hovedveileder Wendy Guan Zhen Tan som alltid har hatt tro på prosjektet og bidratt med gode og spennende diskusjoner, konstruktive tilbakemeldinger og faglig innspill. Det rettes også en stor takk til biveileder Akkelies Van Nes for spennende diskusjoner og innspill, spesielt i forbindelse med analysedelen av oppgaven. Jeg vil også takke Fredrik Ingmar Boge for tilgang til data og gode råd på veien, spesielt når GIS arbeidet har gått trått.

En stor takk rettes videre til familie, kjæreste og medstudenter for spennende diskusjoner og motivasjons påfyll i de mest krevende skrivestunder.

Frode Vikøren Skauge

19.05.2022

Sammendrag

Sykkel som transportform har vist å være et attraktivt virkemiddel innenfor byplanleggingen for å imøtekomme den økende befolkningsveksten gjennom FNs bærekraftsmål rundt bærekraftige byer og lokalsamfunn innen 2030. På tross av den klare målsetningen om økt sykkelandel, viser målet å være vanskelig å få realisert i praksis. I Bergen viser hovedutfordringen å være den generelle oppfattelsen av utrygghet for å sykle. En av hovedgrunnene for at de fleste Bergensere lar sykkel stå, viser å gjøre seg avhengig av dårlig og usammenhengende sykkelnettverk.

Sett i forhold til den internasjonale forskningen er sykkelsikkerhet et sentralt tema. Likevel viser de rommelige forholdene som skaper de trygge rammene for syklistene å være lite diskutert i litteraturen. På bakgrunn av det empiriske grunnlaget ønsker denne oppgaven å se på hvilke oppfatninger av trygghet, syklistene som opplever ulykker eller nestenulykker har i Bergen. Videre ønsker oppgaven å se på hvilke rommelige forhold som gjør seg gjeldende for de korresponderende sykkelulykkene og nestenulykkene.

Det metodiske grunnlaget for oppgaven vil være gjennomførelse av en storskala spørreundersøkelse knyttet til datainnsamling og videre analyse knyttet til rommelige forhold (tetthet, funksjonsblanding og nettverksstruktur) gjennom en miks av analysemetoder som Space Matrix, MXI og Space Syntax. Oppgavens formål er å kunne gi verdifull innsikt i hvilke sosiodemografiske karaktertrekk (alder, kjønn, kultur) og ferdigheter og erfaringer (hyppighet, risikoprofil, ferdighetsnivå) som kan relateres til sykkelulykker og hvilke rommelige forhold som gjør seg gjeldende når ulykker oppstår.

Funnene i studien viser å trekke frem et bilfritt sentrum og god tilrettelegging av sykkel infrasstruktur som sentrale punkter for å redusere antall sykkelulykker i Bergen.

Bygningstettheten og den urbane formen (space syntax) viser videre å ha stor innvirkning på risikoen for ulykker og nestenulykker i det bebygde miljøet. Den geometriske utformingen av veinettet gjennom integrasjon og vinkelavvik (Space syntax) viser videre å være en sentral faktor gjennom ÅDT for lokalisering og hyppighet av ulykker.

Summary

Cycling as a mode of transport has shown to be an attraction for policy and decision makers to fulfill the FNS sustainability goals by making cities inclusive, safe, resilient, and sustainable in line with the fast-growing population within 2030. Despite the clear goals for raising the bicycle share, the goal doesn't find its way to reality. In Bergen one of the main challenges seems to be following up by the population's subjective safety concerns. The main reason for the insecurity by the people of Bergen are shown to be followed up by the fragmented cycling infrastructure.

In context of the international literature, cycling safety shows to be an important topic. However, spatial conditions favoring cycling safety are under evaluated in the literature. Based on the empirical foundation, the thesis aims to research what are the perceptions of safety of cyclist who have experienced accidents or near accidents in Bergen. Furthermore, the thesis aims to investigate the corresponding spatial conditions for these cycling accidents or near accidents.

The methodological framework for the thesis is based on conducting a large-scale survey and analyzing the spatial conditions (density, functional mix, and network connectivity) with a mix of analysis methods such as Space matrix, MXI and Space Syntax. The thesis aims to give valuable insights into what socio-demographic characteristic (age, gender, culture) and capabilities (frequency, risk profile, skill level) can be related to cycling accidents followed by the conditions that are presented when accidents happen.

The main findings from this masterthesis are suggesting a car-free center with a cohesive bicycle network for reducing the traffic accidents and nearly accidents in Bergen. The building density and the urban form (Space Matrix) shows to have a significant effect on the risk of being involved in an accident or nearly accident in the built environment. The geometrical shape of the infrastructure in lines with the integration and Angular choice (Space syntax) seems to be a crucial factor with ÅDT, for identifying and estimating the frequency of accidents.

Innhold

<i>Forord</i>	2
<i>Sammendrag</i>	3
<i>Summary</i>	5
<i>Innhold</i>	7
<i>Figurer</i>	12
<i>Tabeller</i>	16
1 Introduksjon	17
1.1 Innledning	17
1.2 Problemstilling	18
1.3 Mine erfaringer som syklist i Bergen	19
1.4 Struktur for oppgaven	19
2 Teoretisk rammeverk	21
2.1 Innledning	21
2.2 Faktorer for attraktivitet	21
2.3 Safety in numbers	22
2.4 Trygghetsfølelsen	22
2.5 Sosiodemografiske forhold	23
2.5.1 Alder og kjønn	23
2.5.2 Sykkeltkultur.....	23
2.6 Risikofaktorer	24

2.7	De urbane analysemetodene	27
2.7.1	Space Matrix.....	28
2.7.2	Funksjonsblanding (MXI).....	30
2.7.3	Space syntax.....	31
2.8	Validitet i forhold til det litterære bidraget	32
2.9	Oppsummering av det teoretiske rammeverket	32
3	Metode	34
3.1	Litteraturstudie	35
3.2	Spørreundersøkelse	36
3.3	Hot spot analyse gjennom GIS	37
3.4	De urbane analysemetodene	38
3.4.1	Space syntax.....	38
3.4.2	Space Matrix.....	39
3.4.3	Funksjonsblanding (MXI).....	42
3.5	Begrensninger	44
3.5.1	Gyldighet.....	46
3.5.2	Pålitelighet.....	46
3.5.3	Etterprøvbarehet.....	47
3.5.4	Det etiske aspektet.....	47
4	Sykkelinfrastruktur	49
4.1.1	Sykkelfelt.....	50
4.1.2	Sykkelvei.....	51
4.1.3	Gang- og sykkelvei.....	52

4.1.4	Blandet trafikk	54
4.1.5	Sykelsti	55
5	Resultat	57
5.1	Sosiodemografiske forhold	57
5.1.1	Kjønnsfordelingen	57
5.1.2	Aldersfordelingen	58
5.1.3	Sykelkultur.....	59
5.2	Risikofaktorer.....	60
5.2.1	Trafikkulykker, nestenulykker og utrygge områder	60
5.2.2	Motpart	63
5.2.3	Årsakssammenhenger	65
5.2.4	Alvorlighetsgrad	66
5.2.5	Rapporteringsgrad.....	67
5.3	Trygghetsfølelsen.....	68
5.3.1	Den generelle oppfattelsen rundt trygghet.....	68
5.3.2	Sammenhengende sykkelnettverk.....	69
5.3.3	Trafikkdpendende tiltak.....	70
5.4	Det naturlige miljøet	71
5.4.1	Værforhold.....	71
5.5	Ferdigheter og erfaringer	72
5.5.1	Ferdighetsnivå.....	72
5.5.2	Hyppighet	73
5.5.3	Sertifikat	74
5.5.4	Risikoprofil.....	75

5.6	De rommelige karaktertrekkene.....	76
5.6.1	Ulykker og trafikkulykker	77
5.6.2	Kjønnsfordelingen	78
5.6.3	Aldersfordelingen	79
5.6.4	Ferdighetsnivået.....	80
5.6.5	Hypigheten.....	81
5.6.6	Risikoprofilen	81
5.6.7	Alvorlighetsgraden	83
5.6.8	Trafikkopplæring	84
5.7	Analyse av det bebygde miljøet.....	85
5.7.1	Space syntax	85
5.7.2	Space matrix	88
5.7.3	Funksjonsblanding (MXI)	90
5.7.4	Befolkningstetthet.....	91
5.8	Case-studie	92
5.8.1	Utvalgte lokaliteter	92
5.8.2	Analyse av case-studie.....	97
6	Konklusjon.....	105
7	Diskusjon	107
7.1	Trygghetsfølelsen.....	107
7.2	De sosiodemografiske forholdene	108
7.2.1	Kjønns sammensetningen	108
7.2.2	Alders sammensetningen	108
7.2.3	Tilpasningsdyktighet og risikoadferd	109

7.2.4	Sykkkelkultur og holdninger	109
7.3	De rommelige forholdene.....	110
7.3.1	Space syntax	111
1.1.1	Bygningsmorfologien	111
7.3.2	Attraksjon gjennom MXI.....	112
7.4	Det naturlige miljøet	112
7.5	Karakertrekkene ved bydelene (case studie).....	113
7.5.1	Space syntax	114
7.5.2	Space matrix	115
7.5.3	Funksjonsblanding.....	115
7.6	Kunnskapsgapet	115
8	<i>Avsluttende kommentarer og videre arbeider.....</i>	<i>117</i>
9	<i>Bibliografi.....</i>	<i>119</i>
10	<i>Appendix.....</i>	<i>123</i>

Figurer

Figur 1: Struktur for oppgaven.....	20
Figur 2: (a) "The theory of natural movement economic process; (b) "The theory of the natural urban transformation process". Hentet fra De koning et al, 2020.....	27
Figur 3: Matrise over de 9 ulike bygningstypologiene. Hentet fra van nes et al, 2014.	28
Figur 4: Prinsippet knyttet til kategorisering gjennom forholdet mellom FSI og GSI. Hentet fra Yamu & van nes, 2021.	30
Figur 5: Van den Hoeks matrise hentet fra Van nes & yamu, 2021.	31
Figur 6: Den deduktive fremgangsmåten etter Bryman, 2012.	34
Figur 7: Illustrasjon over de ulike elementene for besvarelse av forskningsspørsmålet.....	34
Figur 8: Søkeord knyttet til litteraturstudiet.	35
Figur 9: Konseptmodell knyttet til fundamentet for de urbane analysene.	38
Figur 10: Space matrix sett opp mot FSI, GSI, OSR og L med eksempler hentet fra ulike strøk basert på analyse gjennom space matrix. Hentet fra (Ye & Van Nes, 2014).....	40
Figur 11: Kategorisering av GSI og FSI sett i norsk kontekst.	41
Figur 12: Den symmetriske sammenhengen mellom Entropy og funksjonsblandingen (x)...	44
Figur 13: Sykkelfelt i Bergen. a) Chr. Michelsensgate. b) Sjøgaten. foto: privat.....	50
Figur 14: Sykkelvei i Bergen. a) Lundegårdskaien. b) Nikolaikirkeallmenningen. foto: privat.	51
Figur 15: Gang- og sykkelvei i Bergen, Fjøsangerveien. Foto: privat.	52
Figur 16: Blandet trafikk fra Sandviken i Bergen. Foto: forf.....	54
Figur 17: Kjønnfordelingen, ulykke / nestenulykke.	58
Figur 18: Aldersfordeling, ulykker og nestenulykker.	59

Figur 19: Grad av opplevd trygghet sett opp mot god sykkelkultur.	60
Figur 20: Lokalisering av de 40 kartlagte trafikkulykkene.	61
Figur 21: Lokaliseringen de 24 kartlagt nestenulykkene.	62
Figur 22: Lokalisering av de 22 kartlagte utrygge områdene.	63
Figur 23: Lokalising av trafikkulykker basert på motpart.....	64
Figur 24: Lokalisering av nestenulykker basert på motpart.	65
Figur 25: Alvorlighetsgrad, ulykker.....	67
Figur 26: Rapporteringsgrad, trafikkulykker.	68
Figur 27: Opplevd trygghet, Bergen kommune.	69
Figur 28: Sammenhengende sykkelnettverk som trygghetsfaktor.	70
Figur 29: Trafikkdempende tiltak som trygghetsfaktor.	71
Figur 30: Værforhold som risikofaktor.	72
Figur 31: Type syklist, ulykker og nestenulykker.....	73
Figur 32: Hyppighet, ulykker og nestenulykker.....	74
Figur 33: Trafikkopplæring gjennom sertifikat, ulykker og nestenulykker.	75
Figur 34: Risikoprofil gjennom risikofaktorer (A-E), spørreundersøkelsen.....	76
Figur 35: Tetthet basert på ulykker og nestenulykker.....	77
Figur 36: Tetthet basert på kjønn.	78
Figur 37: Tetthet basert på alder.	79
Figur 38: Tetthet basert på ferdighetsnivå.....	80
Figur 39: Tetthet basert på hyppighet.	81

Figur 40: Tetthet basert på risikoprofil.	82
Figur 41: Tetthet basert på alvorlighetsgrad.	83
Figur 42: Tetthet basert på trafikkopplæring (sertifikat).....	84
Figur 43: Utvalgte lokaliteter, A: Gjensidigekrysset, B: Søreidsgrenda, C: Nattlandsveien og D: Midtunheia.	85
Figur 44: Integrasjon, kombinert global og lokal metrisk radius (5000 & 500 m).	86
Figur 45: Vinkelavvik, kombinert global & lokal metrisk radius (5000 og 500 m).	87
Figur 46: ÅDT, hovedveinettet over Bergen kommune.....	88
Figur 47: Space matrix, ulykker og nestenulykker.	89
Figur 48: OSR, ulykker og nestenulykker.....	90
Figur 49: MXI, ulykker og nestenulykker.....	91
Figur 50: Befolkingstetthet (km ²), ulykker og nestenulykker.....	92
Figur 51: Bilde, Gjensidigekrysset. Hentet fra google maps.	93
Figur 52: Bilde, Nattlandsveien (fylkesvei 585). Hentet fra google maps.	94
Figur 53 :Illustrasjon, T-krysset ved Midtunheia. Hentet fra google maps.	95
Figur 54: Illustrasjon, Rundkjøringen ved Søreidsgrenda. Hentet fra google maps.	96
Figur 55: Integrasjon (NAIN kombinert), utvalgte lokaliteter.....	97
Figur 56: Vinkelavvik (NACH kombinert), utvalgte lokaliteter.....	98
Figur 57: Space matrix, utvalgte lokaliteter.	99
Figur 58: OSR, utvalgte lokaliteter.	100
Figur 59: MXI, utvalgte lokaliteter.	101
Figur 60: Fartsgrense, utvalgte lokaliteter.....	102

Figur 61: Tilrettelagt infrastruktur, utvalgte lokaliteter.	103
Figur 62: ÅDT, utvalgte lokaliteter.	104
Figur 63: Konseptskisse, de positive tilbakekoblingsmekanismene.	110

Tabeller

Tabell 1: Kategorisering av de ulike brukergruppene: boliger, arbeidsplasser og fasiliteter. Hentet fra van den Hoek, 2009.....	30
Tabell 2: Tabell som viser til nedslagsfeltet for spørreundersøkelsen gjennom sosiale medier (facebook).....	36
Tabell 3: MXI med inndeling av boliger, arbeidsplasser og fasiliteter. Hentet fra Van den Hoek (2009).....	42
Tabell 4: Årsakssammenhenger, ulykker og nestenulykker.....	66

1 Introduksjon

1.1 Innledning

Sykkel som transportform har i takt med økt fokus på bærekraftig utvikling, fått økt oppmerksomhet innenfor mobilitets og transportlitteraturen (Gössling, 2013; Heinen et al., 2010; Pucher & Buehler, 2008; van Nes et al., 2019). Imidlertid viser de rommelige forholdene knyttet til opplevd trygghet og sikkerhet å være undervurdert (Cho et al., 2009; Høye, 2017; Pai, 2011; Plasschaert, 2011; Vandenbulcke, 2011; Vandenbulcke et al., 2014). Målet for denne masteroppgaven er å se på hvilke oppfattninger syklister som opplever ulykker eller nestenulykker har i Bergen. Oppgaven vil videre se på hvilke rommelige forhold som kjennetegner hvor ulykker og nestenulykker oppstår.

Ferske tall fra miljødirektoratet viser at nesten halvparten av alle klimagassutslipp i transportsektoren fremgår på bakgrunn av biltrafikken (Miljødirektoratet, 2021). Å fremme bærekraftige transportformer som sykkel vil kunne være et sentralt virkemiddel for å redusere det klimatiske fotavtrykket, kødannelse og gi økt helsegevinst. Å få til denne omstillingsprosessen i praksis viser imidlertid å ha sine utfordringer, hvor befolkningens tillit er forankret gjennom aksept og medvirkning (Banister, 2008).

Sett opp mot nasjonal transportplan (Meld.St. 20 (2020-2021)) er et av hovedfokusområdene at fremtidens transportsystem skal kunne:

- Gi friheter og muligheter for alle.
- Øke livskvaliteten.
- Bidra til verdiskapning.
- Beskytte og redde liv.
- Bidra til bedre helse, miljø og klima.

Økt sykkelandel viser å kunne være en vesentlig faktor for å skape mer attraktive byer i tråd med Nasjonal transportplan. I Bergen vises det å være utfordrende å nå målsetningene om 10 % sykkelandel innen 2030. Hovedutfordringene viser å være usammenhengende sykkelinfrastrukturen og opplevelsen av utrygghet (Bergen kommune, 2021).

1.2 Problemstilling

Økt tilgjengelighet og redusert reiseavtand er positive faktorer for oppnå attraktive og trygge byer. Dette kan oppnås gjennom fortetting og økt grad av funksjonsblanding i de sentrale områdene i Bergen. Ved å øke attraktivitet og tryggheten for sykkel fremfor andre transportformer, vil dette kunne gi ringvirkninger i forhold til folkehelsen, bedre luftkvaliteten, redusert klimaavtrykket og redusert biltrafikk.

Med bakgrunn i de utfordringer man kan observere gjennom sykkeltransporten, vil denne masteravhandlingen prøve å skape økt forståelse i forhold til de utfordringer som kommer frem ved utarbeidelsen av sykkelnettverket i Bergen. Oppgaven vil være av beskrivende (deskriptiv) karakter hvor fokuset vil ligge på en kvantitativ tilnærming rundt redegjørelsen av forskningsspørsmålene.

Med bakgrunn i de utfordringer som er skissert i introduksjonskapittelet er følgende problemstilling utarbeidet:

- i. **Hva er oppfatningene knyttet til sikkerhet for syklister som har opplevd ulykker eller nestenulykker i Bergen.**
- ii. **Hva er de korresponderende rommelige forholdene for denne type ulykker og nestenulykker.**

Metoder anvend for å besvare problemstillingen er en storskala spørreundersøkelse og analyse av de rommelige forholdene. Space matrix, MXI og Space syntax er anvendte analysemetoder for å beskrive tetthet, funksjonsblanding og nettverksstrukturer. Anvendte metoder vil gi innsikt i sosiodemografiske karaktertrekk, evner og ferdigheter, som vil kunne belyse hvilke rommelige forhold som er tilsted når ulykker skjer.

1.3 Mine erfaringer som syklist i Bergen

Å sykle i Bergen kan for mange oppleves som skummelt, hvor store trafikkmengder, dårlig tilrettelagte sykkelinfrastruktur og til tider dårlig sykkelkultur gjør det lite attraktivt og utrygt å sykle. Et annet moment som ofte skape utfordringer er det naturlige miljøet i Bergen hvor vind, utfordrende topografi og regntunge dager gjør det mindre attraktivt å sykle.

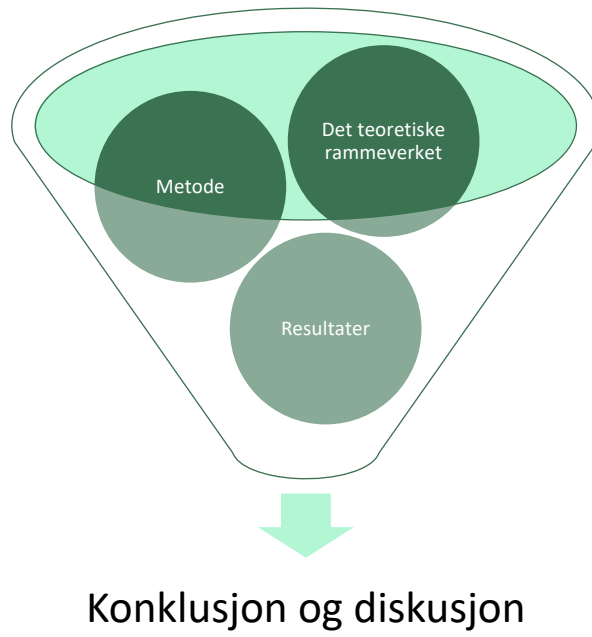
Gjennom å ha vært aktiv syklist hvor sykkelveien nesten har vært det andre «hjemmet» for en periode hvor satsingen var størst, har grad av utrygghet blitt vasket bort i takt med økt erfaring. Denne masteroppgaven har gitt meg nye briller i forhold til hvilken risiko det bærer å være syklist og hvor vant til risiko man blir med økt erfaring.

Å sykle i et miljø som ikke er tilrettelagt for syklister med store trafikkmengder og ulike trafikanter kan oppleves som svært utrygt for mange. Mangelfull risikoforståelse fra øvrige trafikanter er en faktor som gjør meg utrygg som syklist i Bergen.

Som syklist har jeg et ønske om at beslutningstakere og politikere har høyere fokus på hvilke risikoer som gjør seg gjeldende ved utbygging av sykkelinfrastruktur.

1.4 Struktur for oppgaven

Oppgavens oppbygging innledes med presentasjon av det teoretiske rammeverket. Metoder brukt for å besvare problemstillingene er beskrevet i eget kapittel. Resultatene fra spørreundersøkelsen og de urbane analysene er presentert i kapittel 5. For å trekke linjene knyttet til problemstillingen vil det bli et eget kapittel for konklusjon. Oppgaven avsluttes med et eget kapittel for diskusjon og refleksjon for å sette rammene for den anvendte forskningen (Figur 1).



Figur 1: Struktur for oppgaven.

2 Teoretisk rammeverk

2.1 Innledning

I dette kapitlet vil det bli redegjort for det teoretiske rammeverket knytte til hvilke rommelige forhold som påvirker grad av risiko for trafikkulykker i det bebygde miljøet. Kapitlet vil diskutere sammenhengene mellom økt sykkelandel og opplevd trygghet sett i forhold til «*the safety in numbers effect*». Risikofaktorene knyttet til infrasatruktur vil videre bli belyst. Kapitlet avsluttes med de generelle prinsippene for bruk av analyseverktøyene Space syntax, MXI og Space matrix.

Å kunne forstå hvilke faktorer som påvirker grad av sykkelrelaterte ulykker i det bebygde miljøet kan på mange måter oppsummeres gjennom Toblers førte lov for geografi:

«Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things» (Tobler, 1970)

2.2 Faktorer for attraktivitet

Grad av attraktivitet viser ifølge forskning å gjøre seg avhengig av det bebygde miljøets sykkelvennelighet. Lowry et al. (2012) definerer sykkelvennlighet som; Sykkelnnettverkets evne til å skape komfort og være et attraktivt bindeledd mellom viktige destinasjoner i det bebygde miljøet. Hvilke faktorer som gjør seg gjeldende i forhold til sykkelvennelighet er blant annet diskutert av Hartanto et al. (2017) som viser til at trafikkforhold, grad av sammenheng, type infrastruktur, miljø, topografi og parkeringsfasiliteter får betydning for attraktiviteten for sykkel i det bebygde miljøet.

2.3 Safety in numbers.

«*The Safety in Numbers effect*» er et begrep knyttet til sammenhengen mellom sykkelandelen og sykkelrelaterte ulykker. Økt sykkelandel viser å kunne redusere antall sykkelulykker. Dette er vist gjennom forskning hvor en dobling av antall syklistene ikke resulterte i dobling av ulykker, men der imot kun en 40 % øking av sykkelulykker (Høye, 2017). Mulige forklaringer på «*The Safety in Numbers effect*» kan være:

- På bakgrunn av økt sykkelandel blir syklisten mer fremtredende i trafikkbildet.
- Økt samhandling mellom syklistene og øvrige trafikanter gir økt læringseffekt.
- Syklistene som blir introdusert sent for sykling, fremstår som sikrere syklistene i trafikkbilde enn de mer erfarne syklistene.

Erfaringskriteriet for «*The Safety in Numbers effect*» viser å kunne ses i sammenheng med risikoadferden, hvor de mer erfarne syklistene bruker veien i større grad enn tilrettelagt sykkelinfrastruktur (Hong et al., 2020). Uavhengig av årsakssammenheng viser effekten å gjøre seg avhengig av volumet sett opp mot syklistene og øvrige trafikanter (Elvik & Bjørnskau, 2017).

2.4 Trygghetsfølelsen

Forståelsen av hvilke faktorer som påvirker oppfattelsen av hva som kommer frem som utrygt, viser ofte å være tilsidesatt av planleggere og beslutningstakere. Økt kunnskap rundt hvor syklistene under – eller overvurderer sin egen risiko, vil gi grunnlag for å skape tryggere sykkelinfrastruktur. Slik kunnskap antas å ville gi økt sykkelandel i befolkningen (von Stülpnagel & Lucas, 2020).

Ifølge Cho et al. (2009) viser funksjonsblandingen i det bebygde miljøet å få betydning for grad av opplevd trygghet, hvor monofunksjonelle områder oppleves mer utrygt sett i forhold til de mer kompakte nabolagene. Økt grad av funksjonsblanding skaper større trygghetsfølelse på tross av at det multifunksjonelle byrom har høyere hyppighet av ulykker.

2.5 Sosiodemografiske forhold

2.5.1 Alder og kjønn

Risikoen for ulykker viser ifølge Kim et al. (2007) å kunne være knyttet til alder hvor syklister over 55 år har større sannsynlighet for å bli utsatt for en dødelig trafikkulykke med bil som motpart. Bakgrunnen for dette viser å henge sammen med oppfattelsen og reaksjonstiden knyttet til det bebygde miljøet, hvor lav grad av reaksjonstid har sammenheng med alvorlighetsgraden. I en studie fra Dickinson et al. (2003) viser det at kvinner forsere kortere pendleravstander enn menn, hvor en mulig forklaring kan ses opp mot opplevd utrygghet. Pucher and Buehler (2008) underbygger dette ved at økt sykkelandle skaper økt opplevd trygghet. Dette er spesielt gjeldene blant kvinner, barn og eldre.

2.5.2 Sykkelkultur

En veletablert sykkelkultur er vist gjennom litteraturen (Gössling, 2013; Pucher & Buehler, 2008; Pucher et al., 1999; Vandenbulcke et al., 2009) å skape et mer attraktivt og trygt sykkelmiljø når det kommer til det bebygde miljøet. Suksessoppskriften knyttet til den høye sykkelandelen i Nederland, Tyskland og Danmark gjør ifølge Pucher and Buehler (2008) seg avhengig av den omfattende trafikkopplæringen for både syklister og øvrige trafikanter. Politiske insentiver er essensielle for å skape økt entusiasme, samt støtte fra befolkningen. Dette underbygges videre av Vandenbulcke et al. (2009) som viser at det kommer frem vesentlige forskjeller basert på sykkelkultur. Forbikjøringer og vikepliktsbrudd ovenfor andre syklister blir trukket frem som eksempler, på bakgrunn av at syklistene her ikke blir sett på som en integrert del av trafikkbildet. Et annet moment som blir trukket frem av Gössling (2013) er at sykkelkultur må bygges og følger av politisk velvilje og tilrettelegging gjennom satsing på økt sykkelinfrastruktur. Å sette trygge rammer og gjør det enklere å velge sykkel fremfor andre transportformer blir ansett som suksesskriterier i forhold til den høye sykkelandelen i Danmark.

2.6 Risikofaktorer

Det bebygde miljøet kan forstås som en samlebetegnelse for den urbane formen gjennom bygningsstrukturen og infrastrukturen som setter rammene for transportårene i byen (Heinen et al., 2010). Utformingen knyttet til det bebygde miljøet viser å få betydning for reiseavstander, hvor økt reiseavstand viser å ha negativ innvirkning på sykkelandelen (Vandenbulcke et al., 2009).

Det naturlige miljøet omfatter topografi, landskapstrekk, sesongvariasjoner, klima og værforhold (Heinen et al., 2010). Ifølge en studie fra Hong et al. (2020) viser regntunge byer som Glasgow med tilsvarende nedbørmengder som Bergen, å være en barriere for de mindre erfarne sykkelistene. På den andre siden viser studien at de mer erfarne sykkelistene gjør seg mindre avhengig av dårlige værforhold og tilrettelagt infrastruktur. Videre viser studien at sykkelandelen gjør seg avhengig av døgnvariasjoner med tanke på rushtidstrafikk og sesongvariasjoner med økt sykkelandel i sommermånedene.

I en annen studie fra Kim et al. (2007) viser de fleste sykkel og bilrelaterte trafikkulykkene å forekomme på dager hvor det er klarvær. På tross av hyppigheten viser imidlertid studien at når værforholdene blir verre gjennom snø, regn og tåke, går alvorlighetsgraden av ulykken betydelig opp. På den andre siden viser Klop and Khattak (1999) at vær fenomener som tåke og uopplyste veier, øker risikoen for trafikkulykker betraktelig. En av faktorene knyttes opp mot sjåførens reaksjonstid og farten ved kontaktpunktet.

Risikofaktorene Trafikkforhold, uasammenhengende sykkelnettverk, kollektivknutepunkt, rundkjøringer og kryss vil bli utdypt i de følgende delkapitlene.

2.6.1.1 Trafikkforhold

Trafikkforhold viser til å være en sentral faktor når det kommer til risiko for trafikkulykker (Pei et al., 2011; Vandenbulcke et al., 2014). Faktorer som trafikksammensetning, trafikkvolumer og flyt har vist å påvirke grad av risiko for trafikkulykker. Parkin et al. (2007) viser at rushtid med opphopning av trafikk kan være toneangivende når det kommer til grad av risiko for ikke-dødelige trafikkulykker. Wang et al. (2009) viser at årsaken kan ses i sammenheng med den økt kompleksiteten i trafikkbilde, hvor mer aggressiv kjørestil og begrenset rom for sykkelistene skaper økt risiko.

Rush-tidseffekten blir videre diskutert av Eluru et al. (2008), som viser til at fart er en nøkkelindikator for risiko og alvorlighetsgrad blant syklister. I en studie fra Kim et al. (2007) viser sannsynligheten for en dødsulykke å være mer enn 11 ganger så stor når motparten er en bil og hvor farten overstiger 65 km /t. En annen faktor som påvirker alvorlighetsgraden er kollisjonspartner (bil, lastebil, varebil etc). En studie fra fra Loo and Tsui (2010) viser at den største andelen sykkelrelaterte trafikkulykker forekommet der motparten er en bil. Sett opp mot tyngre kjøretøy viser studier fra Yan et al. (2011) at lastebiler, varebiler og busser er de kjøretøyene som er involvert i de mest alvorlige dødsulykkene.

Oppsummert viser nøkkelfaktorene for risiko sett opp mot trafikkforhold å gjøre seg avhengig av fart, trafikkvolumer og konfliktpartner.

2.6.1.2 Fragmenterte sykkelnettverk

Usammenhengende sykkelnettverk har vist å skape utrygghet blant syklister. I en studie fra Krizek and Roland (2005) viser spesielt sykkelanlegg som brått ender på venstre siden av veien, i nærheten av kryss, parkeringsplass, like ved endt sykkelanlegg eller ved åpne svinger med kantstein, å skape utrygghet blant syklister.

2.6.1.3 Kollektivknutepunkt

Trikkeskinneproblematikken sett i lys av kollektivknutepunkt er en annen risikofaktor i det bebygde miljøet. Risikoen viser å være knyttet til at syklister ofte setter et av hjulene sine fast i togskinne, og med dette mister kontrollen på sykkel (Cameron et al., 2001).

En annen risikofaktor viser å komme frem gjennom blindsoneproblematikken hvor økt fotgjengeraktivitet skaper økt risiko for ulykker ved disse kollektivknutepunktene (Pai, 2011). Videre forskning viser til å underbygge dette og viser en klar sammenheng mellom sykkelrelaterte trafikkulykker og kollektivknutepunkt som busstopp eller bybanestopp i de urbane områdene (Cho et al., 2009; Quddus, 2008).

2.6.1.4 Rundkjøringer

Rundkjøringer er en annen type infrastruktur som har vist å skape utrygge situasjoner, og som ofte resulterer i trafikkulykker for syklister. Ifølge en metastudie fra Reynolds et al. (2009) viser rundkjøringer å være en av de kryssene som skaper størst risiko for syklister. Spesielt viser rundkjøringer med flere felt å utgjøre en større risiko med mindre det kommer frem egne separate sykkelfelt i designet. Ifølge Daniels et al. (2009) viser imidlertid risikoen å øke betraktelig, dersom det blir foretatt markerte sykkelfelt sett opp mot annen type design. Et eksempel kan være blandet trafikk eller graderte til separerte sykkelfelt. I studien viser Flandern området å ha fått økt hyppighet av sykkelrelaterte trafikkulykker når signaliserte lyskryss ble erstattet med vanlige rundkjøringer.

2.6.1.5 Kryss

Tall fra Transportøkonomisk institutt viser at 75 % av sykkelrelaterte trafikkulykker skjer i kryss (Høye, 2017). Videre viser Pei et al. (2011) at kryss er en av de viktigste bidragsyterne for ulykker mellom syklister og bilister på bakgrunn av blindsoneproblematikken. Ifølge Høye (2017) viser konflikter og ulykker å oppstå på bakgrunn av høyresvingene motorkjøretøy i samme retning eller møtende venstresvingene kjøretøy. Bakgrunnen for denne type ulykker fremgår på bakgrunn av at syklisten blir oversett av andre trafikanter.

I en studie fra Wang and Nihan (2004) viser signaliserte kryss å øke risikoen for sykkelrelaterte trafikkulykker betydelig. Alvorlighetsgraden knytte til denne type infrastruktur viser å skape mindre risiko når det kommer til dødsulykker eller alvorlig skade.

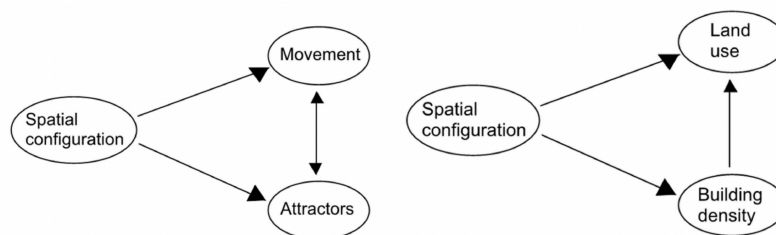
Vandenbulcke et al. (2014) viser videre at lysregulerte kryss og markerte sykkelfelt kan skape økt risiko for sykkelrelaterte trafikkulykker. Bakgrunnen for dette kommer av at bilister ofte kutter svingen inn mot sykkelfeltet. Sykkelfeltene som kommer frem i denne type kryss viser i de fleste tilfeller å være utformet i den grad at syklisten opptrer i blindsonen for bilisten.

Upassende design eller dårlig vedlikehold av sykkelfaisliteter er en annen faktor som gir ringvirkninger i forhold til potensielle konflikter i trafikkbildet (Vandenbulcke et al., 2014).

2.7 De urbane analysemetodene

I forrige avsnitt diskutere vi riskofaktorene knyttet til sykkelrelaterte ulykker. For å kunne forstå de romlige forholdene vil det i dette delkapittelet blir presentert det teoretiske rammeverket for de romlige analysene (Space syntax, Space matrix og MXI).

Grad av tetthet, funksjon og nettverksstruktur er vist gjennom forskningen (Pont & Haupt, 2010; Joost Van Den Hoek, 2009; Van Nes et al., 2012; Ye & Van Nes, 2014) å kunne måles kvantitativt gjennom Space matrix (den urbane formen), MXI (funksjonsblanding) og Space syntax (nettverksstruktur). Ifølge Penn et al. (1998) kan Space syntax knyttet til teorien «*The theory of the natural movement economic process*», hvor den rommelige strukturen sett opp mot gatenettverket påvirker evne til bevegelse og lokalisering av økonomiske aktiviteter. Den urbane formen knyttet til Space matrix og MXI er fundamentert på en videreføring av denne teorien etter Ye and Van Nes (2014): «*The theory of natural urban transformation*». I et fritt marked uten statlig reguleringer viser også bygningstettheten og type, å være avgjørende i forhold til lokaliseringen av økonomiske aktiviteter (Figur 2). I kontekst av sykkelrelaterte trafikkulykker viser Cho et al. (2009) at det kan knyttes sammenhenger mellom den urbane formen, funksjonsgrad og nettverksstruktur i det bebygde miljøet i forhold til opplevd trygghet og sikkerhet blant syklister.

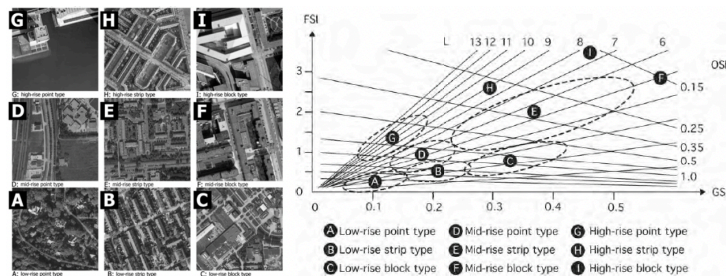


Figur 2: (a) "The theory of natural movement economic process"; (b) "The theory of the natural urban transformation process". Hentet fra De koning et al, 2020.

2.7.1 Space Matrix

Bygningstetthet og den urbane formen påvirker grad av siktlinjer i det bebygde miljø. På bakgrunn av dette er en Space Matrix analyse et godt verktøy ftil å kartlegge utfordrende områder innen for sykkelinfrastruktur.

Space matrix er en metode for klassifisering av det bebygde miljøet sett opp mot tetthet og den urbane formen gjennom bygningens fotavtrykk. Intensiteten, tettheten og grad av press knyttet til det åpne rommet viser ifølge Pont and Haupt (2007) å gjøre seg gjeldende av Brutto gulvareal (BRA), bygningens fotavtrykk (BYA) og aggregeringsområdet. Forholdet mellom FSI («Floor space index»), GSI («Ground space index»), OSR («Open space Ratio») og L («Floors») kan uttrykkes gjennom Figur 3.



Figur 3: Matrise over de 9 ulike bygningstypologiene. Hentet fra van nes et al, 2014.

De ulike variablene over er definert og kalkulert gjennom følgende forhold etter Pont and Haupt (2010):

1) Floor space index (FSI):

$$FSI = \frac{F}{A}$$

hvor F er BRA (m²) og A er område i tilknytning til bygningsmassen.

2) Gound Space index (GSI):

$$GSI = \frac{B}{A}$$

hvor B er bygningens fotavtrykk (m²) og A er område i tilknytning til bygningsmassen.

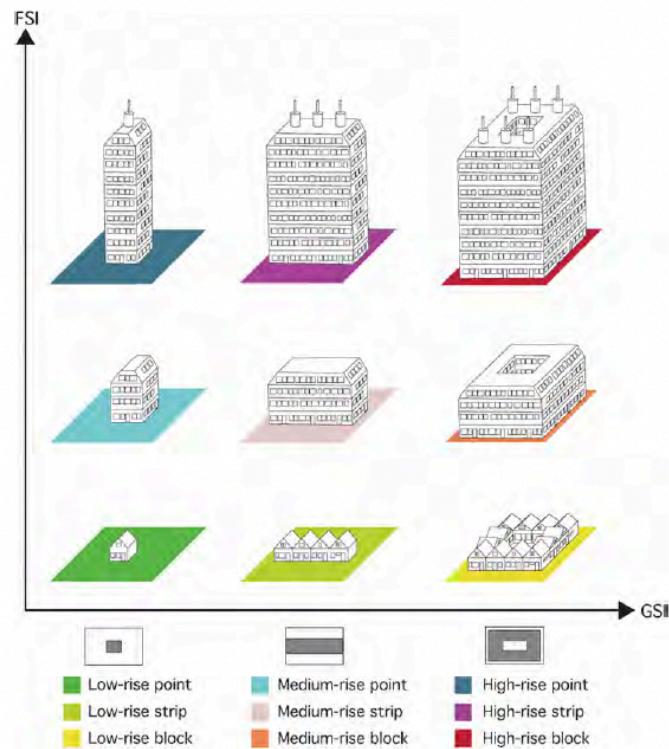
3) Floors (L):

$$L = \frac{FSI}{GSI}$$

4) Open spce ratio (OSR)

$$OSR = \frac{1 - GSI}{FSI}$$

Matrisen som kommer frem av Figur 3 viser ni ulike bygningstypologier som påvirker grad av tilgjengelige åpne byrom i det bebygde miljøet (Rådberg, 1996). Arealknappheten og grad av fortetting viser i Figur 4 å være styrende faktorer for kategoriseringen (van Nes & Yamu, 2021).



Figur 4: Prinsippet knyttet til kategorisering gjennom forholdet mellom FSI og GSI. Hentet fra Yamu & van nes, 2021.

2.7.2 Funksjonsblanding (MXI)

MXI er et kvantitativt verktøy for å beskrive grad av funksjonsblanding i det bebygde miljøet. Metoden tallfester den prosentvise andelen knyttet til FSI (BRA) gjennom fordelingen av arbeidsplasser, boliger og fasiliteter som kommer frem av Tabell 1 (J van den Hoek, 2009). Tabell 1: Kategorisering av de ulike brukergruppene: boliger, arbeidsplasser og fasiliteter. Hentet fra van den Hoek,

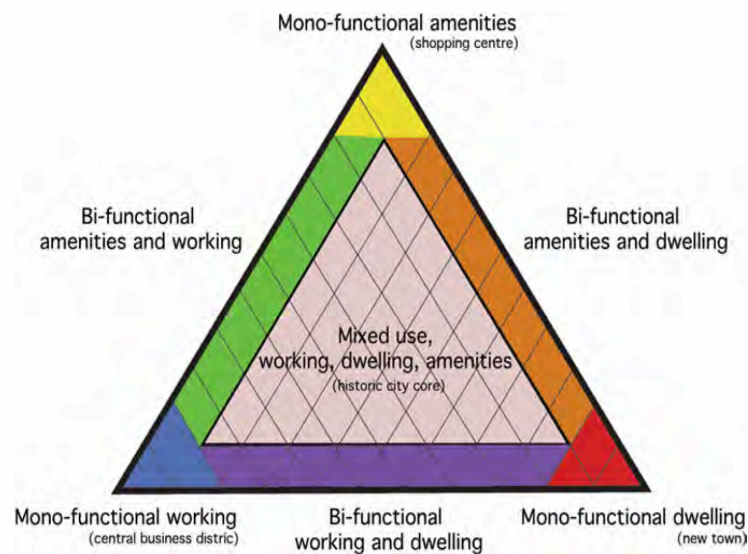
Tabell 1: Kategorisering av de ulike brukergruppene: boliger, arbeidsplasser og fasiliteter. Hentet fra van den Hoek, 2009.

	<i>Housing</i>	<i>Working</i>	<i>Amenities</i>
<i>Description (e.g.)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • apartments • condominium • row house • villa • etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • office • factory • laboratory • etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • commercial • retail • bars restaurants • hotel • societal • townhall • university • hospital • cultural • church • museum • etc.

I forhold til den prosentvise andelen boliger, arbeidsplasser og fasiliteter uttrykt gjennom BRA kan grad av funksjonsblanding bli definert til en konstant gjennom formelen:

$$MXI = (\% \text{ Boliger} / \% \text{ Arbeidsplasser} / \% \text{ Fasiliteter})$$

Bygninger som kun tjener til en funksjon viser ifølge J van den Hoek (2009) å bli karakterisert som monofunksjonelle (boliger, arbeidsplasser eller fasiliteter). Områder som innehar to av de tre funksjonene viser å være bifunksjonelle, mens bygninger som innehar alle tre funksjonene kommer frem som multifunksjonelle (Figur 5). Høy grad av multifunksjonalitet viser å skape livlige og trygge byrom gjennom aktivitet i byrommet på dagtid og kveldstid.



Figur 5: Van den Hoeks matrise hentet fra Van nes & yamu, 2021.

2.7.3 Space syntax

Space syntax er et verktøy for å analysere grad av tilgjengelighet i det bebygde miljøet. Den kvantitative metoden er fundamentert på gatestrukturen hvor beregningen er basert på hvordan de ulike segmentene relaterer seg til hverandre gjennom grad av retningsforandringer (den topologiske distansen) og grad av vinkelavvik (den geometriske distansen). Skalaen blir videre uttrykt gjennom den metriske radiusen på lokalt nivå (500 m) for fotgjengervennlige

gater til globalt nivå (5000 m) knyttet til hovedveinettet og de bilbaserte gatene (Koning et al., 2020).

Verktøyet kan gi verdifull innsikt i å identifisere veinettets «*To-movement potensial*» gjennom beregning av den topologiske distansen eller «*Through-movement-potensial*» gjennom beregning av den geometriske distansen. Ifølge Dalton (2001) viser vinkelavviket å ha direkte sammenheng med menneskers rutevalg, hvor folk velger de lengste gatene med de færreste retningsforandringer når det kommer til rutevalg. Orienteringen knyttet til det bebygde miljøet ved de rettste strekene er en faktor for høy grad av «*Through-movement potensial*» (van Nes & Yamu, 2021).

2.8 Validitet i forhold til det litterære bidraget.

Forskning (Pai, 2011; Vandenbulcke, 2011) viser at mangelen på data på bakgrunn av underrapporteringen av sykkelulykker er en utfordring når det kommer til å få kunnskap om hvilke faktorer som påvirker sykkelrelaterte trafikkulykker. De fleste studier innenfor dette feltet basere seg på sykkelulykker som kun kommer frem i det offisielle ulykkeregisteret (Vandenbulcke, 2011). Tall fra transportøkonomisk institutt understreker dette, hvor det er anslått en rapporteringsgrad på ca. 11 % knyttet til hard skadde i eneulykker (Høye, 2017). Å kunne få innsikt i hvilke rommelige forhold som gjør seg gjeldende i forhold til sykkelrelaterte trafikkulykker, vil kunne bidra til verdifull kunnskap for planleggere og beslutningstakere for å skape attraktive og trygge byrom for myke trafikanter.

2.9 Oppsummering av det teoretiske rammeverket

Hvilke faktorer som påvirker sykkelrelaterte trafikkulykker viser til å være svært komplekst hvor trygghetsfølelsen og sikkerhet gjøre seg gjeldende av det bebygde miljøet, det naturlige miljøet, sosiodemografiske forhold og ferdigheter.

Risikofaktorene for sykkelulykker kan oppsummeres i tre hovedkategorier:

- Trafikkforhold (trafikkvolumer, kødannelse og trafikkflyt).
- Infrastruktur (derav. Sykkelinfrastruktur).

- Sosiodemografiske forhold (demografi, kjønn, alder, osv.)

I det bebygde miljøet skaper følgende områder økt risiko for sykkelrelaterte trafikkulykker med tanke på infrastrukturen:

- Fragmenterte sykkelanlegg.
- Rundkjøringer.
- Kryss.
- Kollektivknutepunkt.

Å sikre høy grad av utforming med tanke på ny sykkelinfrastruktur vil kunne kvalitetssikres gjennom å anvende analyseverktøyene: Space Syntax, Space Matrix og MXI. Utforming av attraktive, trygge og livlige byrom handler om å kunne tilrettelegge for brukerne og ta høyde for menneskelig skala.

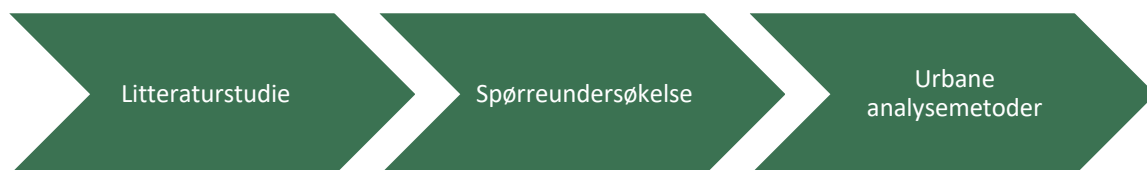
3 Metode

I dette kapittelet vil det bli redegjort for metodegrunnlaget anvendt for å besvare problemstillingen i dette studiet. Metoden anvendt fremgår som kvantitativ, hvor forskningsspørsmålene blir besvart gjennom en deduktiv tilnærming. Forskningsdesignet har vært av en explorativ karakter, hvor prøving og feiling har stått sentralt for å kunne kartlegge sammenhenger som får betydning for problemstillingene (Bryman, 2012).

Metodegrunnlaget baserer seg på litteraturstudie, spørreundersøkelse og urbane analysemetoder som Space syntax, Space matrix og MXI (Figur 6 & Figur 7).



Figur 6: Den deduktive fremgangsmåten etter Bryman, 2012.



Figur 7: Illustrasjon over de ulike elementene for besvarelse av forskningsspørsmålet.

3.2 Spørreundersøkelse

På bakgrunn av mangelfull data og forskning rundt romlige forhold relater til sykkelulykker, ble en spørreundersøkelse utarbeidet for å kompensere for manglende offentlig data.

Spørreundersøkelse som metode er enklere å administrere og mer tilrettelagt for respondentene (Bryman, 2012, p. 234). I denne studien er spørreundersøkelsen utvalgt som metode for å treffe en bred brukergruppe når det kommer til kartlegging av ulykker, nestenulykker og hvor syklister føler seg utrygge. Fokusområdene knyttet til spørreundersøkelsen var å kartlegge følgende kriterier basert på det empiriske rammeverket:

- 1) Kartlegging av utrygghet.
- 2) Kartlegging av ulykker / nestenulykker.
- 3) Sosiodemografiske forhold og årsakssammenhenger.

Spørreundersøkelsen ble utarbeidet gjennom plattformen Arcgis Survey 123 for å kunne stedfeste ulykker og nestenulykker. Tidspunktet for innsamling av data ble satt til 1 måned i perioden 24. februar til 24. mars 2022 (Se vedlegg 3). En av utfordringene knyttet til spørreundersøkelser var å kunne få et representativt utvalg for å kunne trekke slutninger i forhold til problemstillingene. For å treffe aldersgrupper og få inn flest mulig respondenter innenfor den fastsatte tidsrammen, ble spørreundersøkelsen distribuert gjennom ulike sykkelrelaterte grupper på Facebook (Tabell 2) og de to lokale sykkelbutikkene i sentrum; EVO sykler og Sykkelbutikken etter samråd med daglig leder.

Tabell 2: Tabell som viser til nedslagsfeltet for spørreundersøkelsen gjennom sosiale medier (facebook).

Grupper	Medlemstall (antall)
På sykkel i Bergen	5600
Åsane CK Veteran	524
Astriks (Askøy sykkel og Triathlon klubb)	326

Bergen cycleklubb veteran	602
Transportsykkelforumbet	4700
Hvor går grensen? Linjeforeningen for Master i areal og eiendom	196
Grønneviksøren	2100

Det var 108 respondanter (64 ulykker og nestenulykker) på spørreundersøkelsen. Basert på antall repondanter sett i forhold til Tabell 2 representerer ikke innsamlet data et representativt utvalg. Det kan dermed ikke trekkes noen statistiske beslutninger. Besvarelse på problemstillingene vil dermed føle en eksplorativ tilnærming. Resultatene fra denne masteroppgaven vil gi indikajsoner på trender relatert til sykkelulykker i Bergen. Ved videre og mer omfattende forskning bør statistiske beregninger inkluderes for å øke for å etterprøve trender funnet i denne oppgaven.

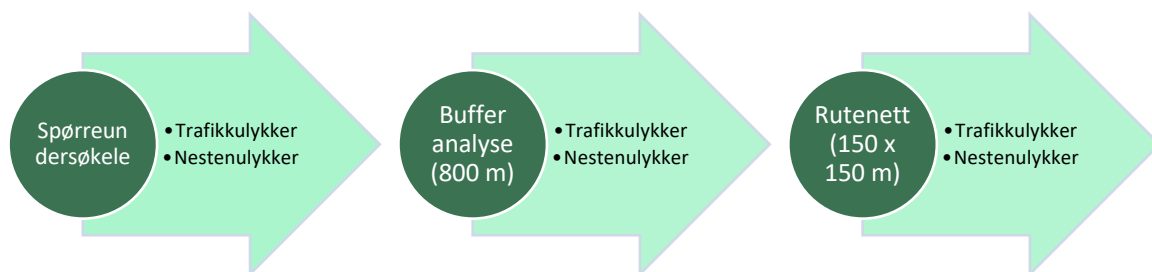
3.3 Hot spot analyse gjennom GIS

For å kunne identifisere sammenhenger mellom de rommelige dataene innsamlet gjennom spørreundersøkelsen (ulykker og nestenulykker) ble en hot spot analyse anvendt i ArcGIS pro. Bakgrunnen for analysemetoden er å kunne identifisere lokaliteter hvor det forekommer en konsentrasjon av ulykker og nestenulykker (Cheng & Washington, 2005).

Datagrunnlaget for analysen kommer frem gjennom de 64 kartlagte punktene fra spørreundersøkelsen. Analysen baserer seg på de romlige sammenhengene mellom de vektete kriteriene: Kjønn, alder, ferdighetsnivå, hyppighet, risikoprofil, alvorlighetsgrad og trafikkopplæring. For å kunne anvende metoden, ble spørreundersøkelsen kvantifisert etter disse kriteriene (se vedlegg 7).

3.4 De urbane analysemetodene

For å kunne beskrive de rommelige egenskapene knyttet til det bebygde miljøet er det i denne studien valgt å anvende Space syntax som verktøy for å beskrive den geometriske utformingen av veinettet. Videre er Space matrix som analyse tatt med for å beskrive bygningens fotavtrykk sett opp mot rommene mellom husene. Grad av funksjonsblanding er valgt gjennom empirien for å kunne se om det finnes sammenhenger i forhold til attraktivitet, befolkningstilstrømming og økt grad av risiko for trafikkulykker. Figur 9 viser fundamentet knyttet til de ulike analysene hvor Space matrix og MXI er blitt aggregert i forhold til Rutenett (150 x 150 m) etter Ye and Van Nes (2014).



Figur 9: Konseptmodell knyttet til fundamentet for de urbane analysene.

3.4.1 Space syntax

Aksiallinjene som danner grunnlaget for denne metoden baserer seg på tidligere kartlegging av Bergensområde over de sentrale bydelene Åsane, Bergen sentrum og Flesland. For kartlegging av integrasjon og vinkelavvik ble aksiallinjene først importert som dxf-filer i programvaren Depthmap, en programvare for å gjennomføre ulike space syntax analyser. For å unngå å feil verdier knyttet til broer og tunneller ble det foretatt en korrigerende gjennom «Unlinks» i programvaren. Ved beregning av vinkelavvik og integrasjon ble aksiallinjene først konvertert til segmenter i tråd med tidligere forskning (van Nes et al., 2019).

Det ble videre beregnet vinkelavvik («Angular choice») og integrasjon («Segment Integration») på lokal og globalnivå (metrisk radius: 500, 5000 m).

Videre ble det foretatt en normalisering av verdiene knyttet til vinkelavvik (Angular choice)

og (Integration) basert på at linjene her ikke var georeferert (van Nes et al., 2019).

1) NAIN: $(\text{value}(\ll\text{T1024Node Count}\gg)^{1,2}) / (\text{value}(\ll\text{T1024 Total Depth}\gg)+2)$

2) NACH: $\log(\text{value}(\ll\text{T1024 Choice}\gg)+1) / \log(\text{value}(\ll\text{T1024 Total Depth}\gg)+3)$

For videre bearbeidelse i ArcGIS pro ble segmentkartet exportert til QGIS som kan lese filformatet Mapinfo filer. For å kunne bearbeide segmentkartet i ArcGIS pro gikk veien videre gjennom exportet av datafilene til shapefiler i QGIS, får så å bli importert til ArcGIS pro.

Ettersom sykkelrelaterte trafikkulykker er gjenstand for forskningsspørsmålet, er det her blitt gjort en overlagsanalyse i ARCGIS pro gjennom å foreta et gjennomsnitt av NAIN (global & lokal) og NACH (Lokal og global). Se vedlegg 4 for tabell knyttet til utregninger.

3.4.2 Space Matrix

Datagrunnlaget som Space matrix metoden er fundamentert på, er knyttet til FKB-bygningsdata hentet fra kartverket gjennom bygningstype, BRA (Brutto gulvareal) og BYA (bygningens fotavtrykk). For å knytte BRA (FKB-bygningspunkt) med BYA (FKB-Bygningsmasse) ble verktøyet: «Spatial Join» anvendt i ArcGIS pro med det nye navnet: FKB-bygningstypologi. For å tilpasse rutenettet (150 x 150 m) og FKB-bygningstypologi ble det foretatt en trimming av datasettet gjennom funksjonen «overlay layers» hvor vilkår for avgrensningen ble satt til «Intersect». Det ble videre gjennomført en korrigering knyttet til relativt areal sett opp mot rutenettet og bygningens fotavtrykk langs ytterkantene av sirkelen basert på dette generaliseringskriteriet (for verdier knyttet til Space matrix (se vedlegg 5).

Aggresjonen knyttet til FKB-bygningstypologi og Rutenettet ble gjort gjennom verktøyet: «Summarize within» hvor feltene BRA_relativ og BYA_relativ ble summert innenfor rutenettet (Rutenett_relativ). For å beregne bygningsintensiteten (FSI), Dekningsgraden (GSI) og Romsligheten (OSR) ble det opprettet tre nye felter i attributtabelen med følgende utregninger gjennom verktøyet: «Field calculator» i ArcGIS Pro:

$$1) FSI = BRA_{relativ} / BYA_{relativ}$$

$$FSI = \frac{BRA_{relativ}}{BYA_{relativ}}$$

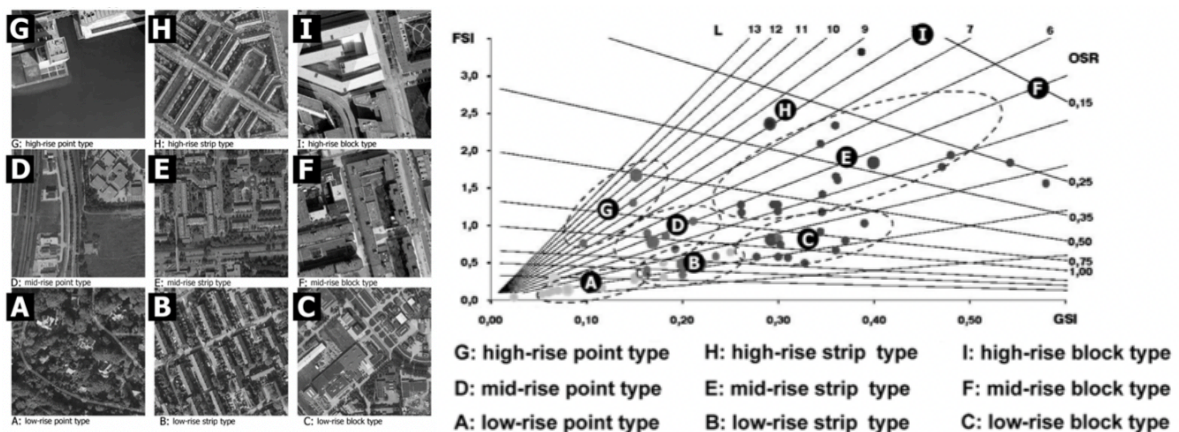
$$2) GSI = BYA_{relativ} / Rutenett_{relativ}$$

$$GSI = \frac{BYA_{relativ}}{Rutenett_{relativ}}$$

$$3) OSR = (1 - GSI) / FSI$$

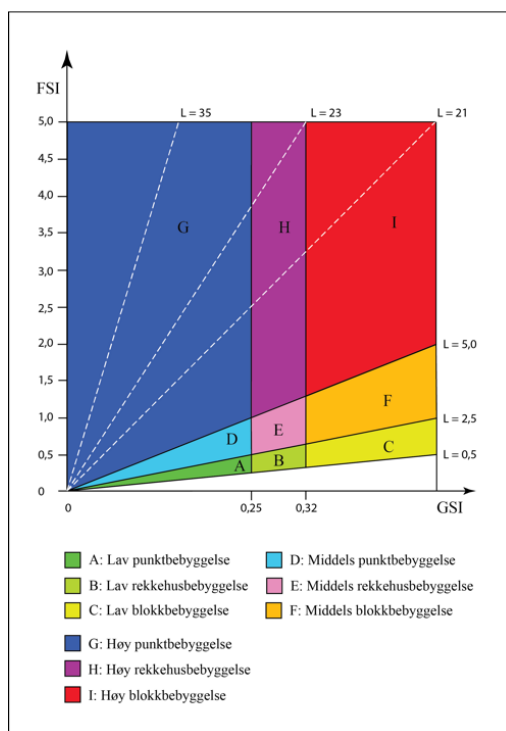
$$OSR = \frac{1 - GSI}{FSI}$$

For å videre kunne klassifisere bygningstypologien ut fra GSI og FSI ble attributtabelen eksportert til Excel. I henhold til litteraturen (Pont & Haupt, 2010; Van Nes et al., 2012; Ye & Van Nes, 2014) viser bygningstypologien å kunne bli inndelt i 9 kategorier (Figur 10).



Figur 10: Space matrix sett opp mot FSI, GSI, OSR og L med eksempler hentet fra ulike strøk basert på analyse gjennom space matrix. Hentet fra (Ye & Van Nes, 2014).

Ved gjennomgang av datasettet ble det gjort en vurdering opp mot de ni kategoriene for bygningstetthet (Figur 11). Tilpasning av de ulike kategoriene ble sett i forhold til norsk kontekst og rutenettet (150 x 150 m) og det ble foretatt noen justeringer som kan følges av Figur 11.



Figur 11: Kategorisering av GSI og FSI sett i norsk kontekst.

Klassifiseringen sett opp mot de ni kategoriene ble kategorisert gjennom å bruke logiske formler i Excel for definisjon av de ulike intervallene sett opp mot GSI og FSI.

Visualiseringen knyttet til de nye kategoriene ble videre gjennomført i Arcgis pro gjennom importering av den oppdaterte tabellen og verktøyet «Join» knyttet til det rutenettet. Verdier utenfor klassifiseringen ble gitt «ingen verdi».

For kategoriseringen knyttet til romslighet (OSR) ble datasettet inndelt i kategorier gjennom «Natural breaks» med påfølgende kategoriene: lav, medium og høy. Verdier over 2 ble her satt til «ingen verdi» og ryddet ut av datasettet.

3.4.3 Funksjonsblanding (MXI)

MXI er et verktøy som beskriver grad av funksjonsblanding knyttet til det bebygde miljøet. For videre redegjørelse for MXI refereres det her til kapittel 2.7.2. Det ble forsøkt å dele inn de ulike bygningstypologiene i henhold til arbeidsplasser, fasiliteter og boliger i forhold til litteraturen (J van den Hoek, 2009; Ye & Van Nes, 2014), men på bakgrunn av utfordringer knyttet til datagrunnlaget i forhold til BRA ble det gjort en todeling basert på boliger og andre funksjoner (arbeidsplasser og fasiliteter). Samme fremgangsmåte følger for MXI i forhold til aggregering av FKB-bygningstypologi og Rutenettet.

Tabell 3: MXI med inndeling av boliger, arbeidsplasser og fasiliteter. Hentet fra Van den Hoek (2009).

	<i>Housing</i>	<i>Working</i>	<i>Amenities</i>
<i>Description (e.g.)</i>	apartments condominium row house villa etc.	office factory laboratory etc.	commercial retail bars restaurants hotel societal townhall university hospital cultural church museum etc.

Visualiseringen av MXI ble gjennomført ved å regne ut prosentandelen av BRA bolig og BRA annet, sett opp mot totale BRA knyttet til den angivelige bygningsmassen.

Kalkuleringene ble i første rekke gjennomført i ArcGIS pro gjennom bruk av attributt tabellen og «calculate Field» verktøyet. For å kunne klassifisere grad av funksjonsblanding ble det aggregerte datasettet tilknyttet rutenettet, exportert til Excel for videre bearbeidelse.

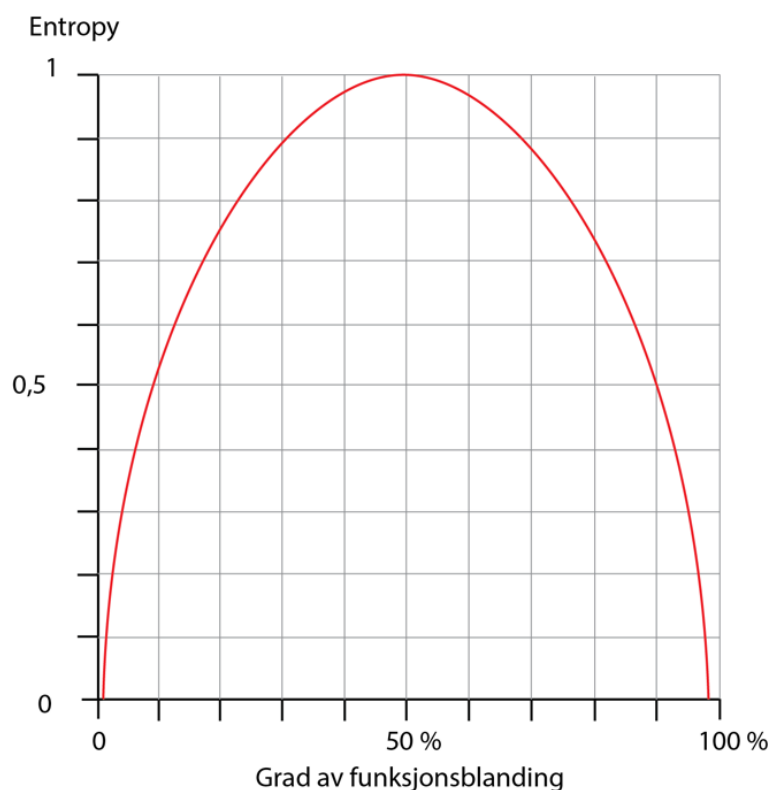
I videre klassifisering ble integrasjonsverktøyet; Entropy anvendt med følgende formel etter Zagorskas (2016):

Entropy:

$$ENT = - \frac{\left(\sum_{j=1}^K P^j \ln(P^j) \right)}{\ln(k)}$$

Entropy formelen viser ifølge Zagorskas (2016) å kunne anvendes for å se grad av funksjonsblanding gjennom arbeidsplasser, fasiliteter og boliger.

Formelen kommer frem som symmetrisk (Figur 12) hvor den prosentvise andelen sett i forhold til dette studiet, vil kun si noe om den relative vekten mellom prosentvise boliger (BRA bolig) og andre funksjoner (BRA annet). En sammensetning av 90 % bolig og 10 % andre funksjoner (arbeidsplasser & fasiliteter) vil her gi samme verdi (0,5) som 10 % bolig og 90 % andre funksjoner.



Figur 12: Den symmetriske sammenhengen mellom Entropy og funksjonsblandingen (x).

For videre visualisering i GIS, ble tabellen importert og knyttet til rutenettet gjennom funksjonen «Join». Grad av funksjonsblanding ble videre klassifisert gjennom å angi fire ulike intervaller: Monofunksjonelt (Entropy < 0,5), Lav (Entropy < 0,88), Medium (Entropy > 0,97) og høy (Entropy < 1)

3.5 Begrensninger

En av begrensningene knyttet til denne studien er tidsrammen for prosjektet som er satt til 5 måneder. Dette gir igjen ringvirkninger for tidsperioden satt for innsamling av førstehåndsdata gjennom spørreundersøkelsen (1 måned). I forhold til datagrunnlaget på 64 respondenter vil det være vanskelig å kunne trekke noen statistiske sammenhenger knyttet til utvalget, men på den andre siden vil det kunne gi indikasjoner på hvilke rommelige forhold som kan påvirker risiko for sykkelrelaterte trafikkulykker og opplevd utrygghet i Bergen.

I forhold de sekundære datakildene viser det å forekomme noen begrensninger i forhold til nøyaktigheten av linjene som kommer frem gjennom Space syntax. Det rommelige avviket knyttet til segmentlinjene viser å være størst ut mot de ytterste bydelene som Flesland og Åsane. Det er observert opp mot 80 m fravik i kartet, på tross av at linjene er georeferert og Normalisert (NAIN & NACH).

I forhold til Space matrix og MXI viser datagrunnlaget knyttet til bygningstypologien, BRA & BYA å ha noen utfordringer sett opp mot nøyaktighet. Det er ved gjennomgang av datasettet observert flere bygninger som kommer frem med høyere bygningsfotavtrykk enn hva som er tilfelle for BRA. Når det kommer til MXI ble det forsøkt å dele bygningstypologien i de tre ulike kategoriene: arbeidsplasser, fasiliteter og boliger, men på bakgrunn av utfordringer i datagrunnlaget sett opp mot nøyaktighet ble isteden BRA bolig og BRA annet brukt for å kunne si noe om grad av bifunksjonalitet.

Basert på begrensningene som ligger i datagrunnlaget knyttet til det sekundære datasettet er det som vist i delkapittelet over, foretatt generaliseringer ved å aggregere datagrunnlag til rutenett på 150 x 150 m. Ved generaliseringer vil de små variasjonene som fremgår ikke kunne bli fanget opp sett i forhold til bygningstetthet og funksjonsblanding. Grad av nøyaktighet må i forhold til dette kriteriet vektas opp mot kvaliteten av datasettet tilgjengelig for analysen.

En av hovedutfordringene ved en nettbasert spørreundersøkelse er at ingen kan hjelpe respondenten i å tolke eller svare om det skulle oppstå vanskelige spørsmål. En annen utfordringer er knyttet til oppfølgingsspørsmål og åpne spørsmål for kartlegging av f.eks. hendelsesforløpet (Bryman, 2012). Sett i forhold til spørreundersøkelsen kunne det her for eksempel vært interessant å få detaljert kunnskap om hendelsesforløpet ved ulykke, nestenulykke og opplevde utrygge områder. En annen utfordringer er knyttet til spørsmål hvor respondentene viser å ha en nøytral holdning.

3.5.1 Gyldighet

Validiteten gjør seg gjeldende ut fra hvilken integritet konklusjonene sett opp mot forskningsarbeidet som er blitt gjennomført (Bryman, 2012). I denne studien er validiteten knyttet til problemstillingen avhengig av det datagrunnlaget som kommer frem, gjennom utvalget for spørreundersøkelsen (førstehåndsdata) og sekundærkildene presentert gjennom de rommelige analysene (Space syntax, Space matrix og MXI). I spørreundersøkelsen viser de aller fleste kartlagte ulykkene og nestenulykkene å ha høy grad av presisjon sett i forhold til lokalisering av ulykker og nestenulykke. På den andre siden viser utrygge områder å være mer utfordrende å kartlegge, hvor avgrensningen knyttet til lokaliteter, i noen tilfeller kommer frem på et for generelt grunnlag til å kunne bli kartlagt. Brukergrensesnittet sett opp mot plattformen anvendt for spørreundersøkelsen, viser videre å sette begrensninger i forhold til innsamling av punkter. Ved å kunne innsamle flere punkter i samme spørreundersøkelse, ville presisjonen knyttet til de utrygge områdene kunne blitt bedre, gjennom visualisering og punktfesting via interaktive kart.

Ved de urbane analysene (Space syntax, Space matrix og MXI) viser gyldigheten å gjøre seg avhengig av datagrunnlagets kvalitet og de generelle generaliseringene som er blitt gjort gjennom aggregering av data på rutenett. Endring av rutenettets størrelse vil kunne påvirke grad av gyldigheten sett opp mot det tilgjengelige datamaterialet og anvendelsesområde. I denne studien anses generaliseringen som er blitt gjort å være tilstrekkelig for å kunne si noe om trender i det bebygde miljøet, men videre forskning må anvendes på dette området før en konklusjon rundet det bebygde miljøet og ulykkesrisiko kan trekkes.

3.5.2 Pålitelighet

Grad av påliteligheten knyttet til datagrunnlaget gjør seg avhengig av kvaliteten og generaliseringen som kommer frem av studien. Ved spørreundersøkelsen er det observert flere punkter som faller utenfor studieområdet og enkelte felter som ikke er blitt besvart i tilknytning til grad av utrygghet. For å sikre påliteligheten knyttet til datasettet er disse anomaliene ryddet fra datagrunnlaget. Sett i forhold til sekundærkildene gjennom bygningsdataene, er det observert flere feilrapporteringer knyttet til BRA og BYA ved gjennomgang av datasettet. Datasettet har blitt videre ryddet i forhold til BRA som kommer

frem under 10 kvm. Videre er det blitt gjennomført generaliseringer gjennom aggresjon ved rutenettet. Det samme gjør seg gjeldende for MXI hvor kvaliteten på datagrunnlaget skaper begrensinger i forhold til inndeling sett opp mot arbeidsplasser, fasiliteter og boliger. For Space syntax viser linjene å inneha større avvik ved ytterkantene ved Åsane og Flesland. Basert på lokalitetene ved lokalnivå viser imidlertid påliteligheten å være akseptabel for å kunne skissere grad av integrasjon og vinkelavvik.

3.5.3 Etterprøvarhet

Etterprøvarheten står helt sentralt for å kunne utvikle videre teorier og verifisere forskningen som er blitt gjort på området (Bryman, 2012). Å kunne få kunnskap om hvor ulykker oppstår og hvilke faktorer som bidrar til utrygghet, vil være sentralt for beslutningstakere, politikere og arealplanleggere i sitt daglige virke for å kvalitets sikre fremtidens sykkelinfrastruktur. Sett opp mot dette studiet er grad av etterprøvarhet overholdt gjennom å tilrettelegge for en detaljert beskrivelse av spørreundersøkelsen og de urbane analysene anvendt for å belyse de rommelige forholdene for ulykker og nestenulykker.

Resultatene som kommer frem i denne studien sett opp mot de urbane analysene og spørreundersøkelsen, vil kunne gjennom dette metodekapittelet ha høy grad av etterprøvarhet gjennom videre forskning på området.

3.5.4 Det etiske aspektet

Det etiske aspektet ved forskningen handler å ha et bevist forhold til hvordan man håndtere og samler inn data. Ved datainnsamling som involverer respondenter er det viktig å ha et bevist forhold til de etiske aspektene ved datainnsamling (Bryman, 2012). Personvern som: evt. negative effekt for respondentene, manglende samtykke og brudd på informationsplikten er viktig å etterleve.

I denne studien har personvernet stått sentralt i forhold til spørreundersøkelsen. For å ivareta personvernet har respondentene hatt mulighet til innsyn, blitt orientert om formålet og kunne trekke sin deltagelse under prosjektperioden. Å sikre respondentene anonymitet har stått helt sentralt for å kunne ivareta personvernet. Ved bruk av åpne spørsmål, vil det imidlertid kunne reise seg etiske dilemmaer rundt sensitiviteten og anvendelsesområdet knyttet til studien. På

bakgrunn av sensitive opplysninger og mangelfull relevans i forhold til problemstillingen, er disse spørsmålene slettet fra undersøkelsen. Datagrunnlaget er videre lagret gjennom Survey Xact sin plattform med tanke på datahåndteringsplan.

Spørreundersøkelsen er godkjent av NSD, se vedlegg 2.

4 Sykkelinfrastuktur

Sykkelinfrastrukturen i Bergen er under stadig utvikling. Dagens situasjon gjenspeiles gjennom blant annet usammenhengende sykkelnettverk som gir ringvirkninger for opplevd trygghet blant Bergenserene. Tilrettelegging for god sykkelinfrastuktur som kommer frem som kontinuerlig, synlig og er godt vedlikehold viser å være en av de viktigste faktorene for å skape et tryggere og mer attraktivt miljø som fremmer sykkel som transportform (Hong et al., 2020; Vandenbulcke et al., 2014).

Statens vegvesen (2014) underbygger dette videre og viser til at det er veiegenskapene som danner rammevilkårene for grad av alvorlighet når det kommer til sykkelulykker hvor fartsgrense, antall kjørefelt, veiens linjeføring og veibelysning er utslagsgivende faktorer. Å tilrettelegge for god infrastruktur kan med andre ord være med på å redusere fart til øvrige trafikanter, skape større avstand i forhold til forbikjøring og forbedre siktlinjer. Godt tilrettelagt infrastruktur kan være med på å imøtekomme dagens barrierer mot sykling og med dette gi rom for økt sykkelandel og skape tryggere rammer for syklister gjennom «*Safety in numbers effekt*».

Videre i dette delkapittelet vil det bli redegjort for den sentrale sykkelanleggene som kommer frem i Bergensområdet sett opp mot fremkommelighet, trygghetsfølelse og sikkerhet etter Statens vegvesen håndbok V122; Sykkehåndboken (Statens vegvesen, 2014).

4.1.1 Sykkelfelt



Figur 13: Sykkelfelt i Bergen. a) Chr. Michelsensgate. b) Sjøgaten. foto: privat.

«Et sykkelfelt er et kjørefelt i kjørebanelen som ved offentlig trafikkilt og oppmerking er bestemt for syklende».

4.1.1.1 Formålet

Formålet med denne type infrastruktur (Figur 13) er å skape stor grad av sikkerhet og fremkommelighet, spesielt i områder hvor trafikkbildet fremstår som svært tett for å bidra til mindre sykkelulykker når det kommer til kryss. Sett opp mot den anerkjente kryssproblematikken og avkjørsler viser sykkelhåndboken her til å tilrettelegge for sykkelfelt fremfor sykkelvei eller se på mulighet for tilrettelegging av gang- og sykkelvei (Høye, 2015).

4.1.1.2 Fremkommelighet

Fremkommeligheten knyttet til sykkelfelt viser å være betydelig bedre enn hva som er tilfelle for vanlig sykkelvei eller GS-vei hvor færre konfliktpunkter og vikepliktsituasjoner blir trukket frem som viktige faktorer for vurdering av denne type infrastruktur. På den andre siden viser sykkelfelt i de sentrale bydelene å ofte blir et offer for parkeringsplasser og varelevering og med dette forringe fremkommeligheten og skape utrygge situasjoner (Høye, 2015).

4.1.1.3 Trygghet og sikkerhet.

Sykkelfelt viser imidlertid å øke trafikksikkerheten blant syklister, spesielt ved sårbare kryssområder. Bakgrunnen for dette viser å gjøre seg gjeldende i forhold til bilistenes oppmerksomhet sett i forhold til de syklende og vil kunne gi ringvirkninger i forhold til interaksjonen mellom syklende og de øvrige trafikantene. På den andre siden viser sykkelfelt å øke syklistenes etterlevelse sett opp mot trafikkreglene og gi ringvirkninger i forhold til at syklistene blir mer forutsigbare i trafikkbildet. En annen positiv effekt ved denne type infrastruktur er at den kan bidra til å redusere fartsnivået i tilknytning til innsnevring i veibanen gjennom trafikkdempende tiltak (Høye, 2015).

4.1.2 Sykkelvei



Figur 14: Sykkelvei i Bergen. a) Lundegårdskaien. b) Nikolaikirkeallmenningen. foto: privat.

«En sykkelvei er en vei som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for syklende. Veien er skiltet fra annen vei med gressplen, grøft, gjerde, kantstein eller på annen måte. Gående kan også bruke sykkelvei der dette er mest tjenlig».

4.1.2.1 Formålet

Formålet med denne type infrastruktur (Figur 14) er å skille syklende og gående hvor det forekommer mange syklist og fotgjengere i det urbane byrommene. Ved store trafikkvolumer viser sykkelhåndboken at sykkelvei med fortau bør prioriteres fremfor gang og sykkelvei. Sykkelvei med fortau vil her kunne skape bedre fremkommelighet og med dette færre konflikter mellom gående og syklende enn ved tradisjonell sykkel og gangvei (Høye, 2015).

4.1.2.2 Fremkommelighet.

Sykkelveier viser å ha positive ringvirkninger når det kommer til kryssende trafikk. I områder hvor det er mye aktivitet i form av kryss, sideveier eller innkjørsler, vil denne type anlegg kunne legges ved siden av veien hvor denne type utfordringer er mindre fremtredende (Høye, 2015).

4.1.3 Gang- og sykkelvei



Figur 15: Gang- og sykkelvei i Bergen, Fjøsangerveien. Foto: privat.

«En GS-vei er en vei som ved offentlig trafikkskilt er bestemt av gående, syklende eller en kombinert gang- og sykkelvei. Veien er skilt fra annen vei med gressplen, grøft, gjerde, kantstein eller på annen måte. Sykkeltrafikk er tillatt i begge retninger».

4.1.3.1 Formålet.

Formålet med denne type infrastruktur (Figur 15) er å separere de myke trafikantene fra biltrafikken og med dette skape bedre fremkommelighet og sikkerhet. Denne type sykkelanlegg kommer frem som en av hovedløsningen når det kommer til tilrettelegging for sykling utenfor tettbebygde strøk eller i utkanten av byområdene. I henhold til sykkelhåndboken blir det her understreket at byområdene bør ha separate anlegg for gående og syklende. Gang- og sykkelvei viser å gi dårligere grad av fremkommelighet og med dette skape flere konflikter mellom gående sett i forhold til separate sykkelanlegg (Høye, 2015).

4.1.3.2 Fremkommelighet.

Fremkommeligheten til gang- og sykkelvei viser å være noe mindre knyttet til fartsnivået for de syklende, men flere internasjonale sykkelbøker fra henholdsvis Danmark og Nederland viser til at gang- og sykkelvei kan gi rom for snarveier og med dette redusere reisetiden (Høye, 2015).

4.1.3.3 Trygghetsfølelse og sikkerhet.

I forhold til sikkerhetsperspektivet viser denne type anlegg å gi positive ringvirkninger i forhold til trafikkikkerheten sett opp mot øvrige trafikanter. Høyt fartsnivå og høye trafikkvolumer er risikofaktorer som øker sannsynligheten for ulykke om det står mellom å sykle i veibanen eller å anvende gang- og sykkelvei. Gang- og sykkelvei viser videre å øke skape bedre trygghetsfølelse, spesielt knyttet til uerfarne syklister som barn (Høye, 2015).

4.1.4 Blandet trafikk



Figur 16: Blandet trafikk fra Sandviken i Bergen. Foto: forf.

«I blandet trafikk benytter sykkel- og motorkjøretøy samme kjørefelt, og det finnes ingen separate løsninger for sykkel».

4.1.4.1 Formålet.

Sykkehandboken viser til at denne type infrastruktur (Figur 16) skaper god sikkerhet for syklende gjennom at syklisten kommer frem som svært synlig i trafikkbildet. En blanding av myke og harde trafikanter viser ifølge håndboken å gi økt oppmerksomhet og med dette skape en fartsdempende effekt. Løsningen viser også å bidra til økt fremkommelighet for sykkelistene (Høye, 2015).

4.1.4.2 Fremkommelighet.

Fremkommeligheten knyttet til markerte sykkelruter viser med denne type sykkelanlegg å vise til den mest hensiktsmessige ruten og gir med dette ringvirkninger sett i forhold til økt tidsbesparelse (Høye, 2015).

4.1.4.3 Trygghetsfølelse og sikkerhet

Tilrettelegging gjennom veioppmerking og skilting viser til å ha positive effekter i forhold til økt grad av sikkerhet og opplevd trygghet blant sykkelistene. Oppmerkingen viser til å kunne signalisere ovenfor bilistene at også syklende bruker veibanen. Dette skaper ringvirkninger i

forhold til økt samhandling mellom de øvrige trafikantene. Et annet moment ved denne type tiltak er å veilede sykklistene i forhold til lokalisering i veibanen og med dette skape mer forutsigbarhet ovenfor øvrige trafikanter. Et siste moment verdt å trekke frem her er at denne type tiltak bidrar til lokalisering av syklisten i midten av veien og bidra til å redusere konflikter med blant annet fotgjengere som dukker opp bak parkerte biler, biler som åpner dører eller hvor det er sannsynlig for trafikk sett opp mot kryssende veier eller innkjørsler (Høye, 2015).

4.1.5 Sykkelsti

«En sti ved offentlig trafikkskilt er bestemt for syklende. Sykkelstien ligger langs en bilvei og er skilt fra denne med kantstein, men kan også være skilt med rabatt, gressplen, grøft, gjerde, bilparkering eller på annen måte. Sykkelstien er også fysisk skilt fra fortau. Sykling er bare tillatt i en kjøreretning og sykkelstier er ikke beregnet for gående» (Høye, 2015).

4.1.5.1 Formål

Formålet med denne type sykkelanlegg er å separere de syklende fra de øvrige trafikanter. I Norge tilsvarer denne løsningen en enveisregulert sykkelvei, men til forskjell fra Danmark og Nederland har syklistene på sykkelveier vikeplikt både for høyre- og venstresvingene trafikk fra hovedveien og fra kryssende veier (Høye, 2015).

4.1.5.2 Fremkommelighet

Fremkommeligheten knyttet til sykkelstier viser til å ha samme positive innvirkning som ved sykkelfelt, dersom samme status blir håndhevet med tanke på forkjøres regulering parallelt til veien og hvis det ikke er regulert for fotgjengere i trassen jfr. Gang- og sykkelvei. På den andre siden viser sykkelstier å kunne gi dårligere fremkommelighet dersom syklistene har vikeplikt i kryss, når det er stort potensial for fotgjengerkonflikter, og når sykkelstien er kommer frem som smal. På den andre siden kan sykkelsti ha mindre grad av ulovlig parkering og varelevering som ofte er tilfelle ved sykkelfelt (Høye, 2015).

4.1.5.3 Trygghetsfølelse og sikkerhet.

Basert på ulykkesstatistikken viser sykkelstier på strekninger å redusere antall ulykker i forhold til blandet trafikk og sykkelfelt. Sammenlignet med kryss viser imidlertid sykkelsti å

inneha 19 % flere ulykker enn hva som gjør seg gjeldende for sykkelfelt. Trygghetsfølelsen ved denne type anlegg viser å komme frem som tryggere enn andre sykkelanlegg. Faktorer for utrygghet viser imidlertid å være parkerte biler, kryss, innkjørsler og konflikt med fotgjengere. Smale og uoversiktlige sykkelstier viser imidlertid å skape utrygghet ved denne type sykkelanlegg (Høye, 2015).

5 Resultat

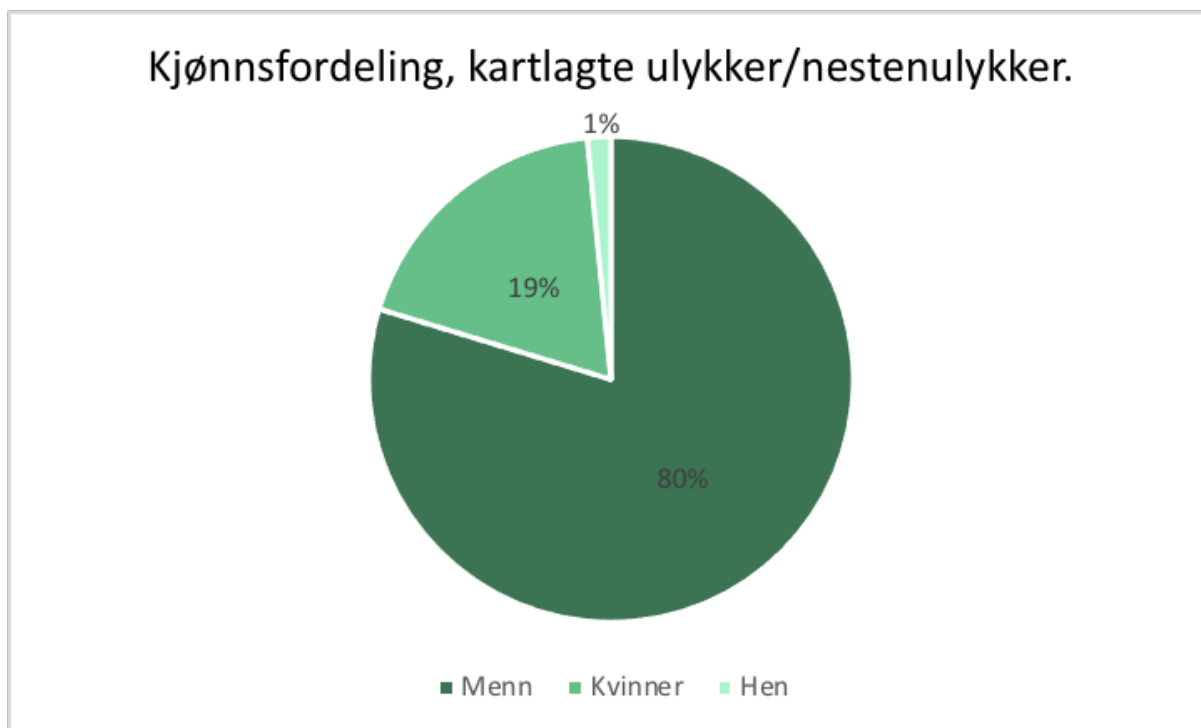
Resultatene innsamlet gjennom spørreundersøkelsen er kartlagt i Bergen kommune. De sentrale stedsnavnene brukt videre i oppgaven kommer frem av (Se vedlegg 1). Det ble i alt kartlagt 40 trafikkulykker (Figur 20), 24 nestenulykker (Figur 21) og 22 utrygge områder (Figur 22) gjennom spørreundersøkelsen. For å forenkle fremstillingen av resultatene er ulykker og nestenulykker slått sammen i fremstillingen som følger av kapitlet.

I dette kapitlet vil det bli redegjort for de sentrale resultatene for å kunne besvare problemstillingene rundt opplevd trygghet og hvilke rommelige kjennetegn som gjør seg gjeldende gjennom spørreundersøkelsen, hotspot analyser og de rommelige stedsanalysene. Kapitlet vil i første rekke se på de sosiodemografiske forholdene som er førende for videre resultater i oppgaven. Fokuset vil videre rettes mot det bebygde miljøet og det naturlige miljøet, før blikket rettes inn mot resultatene som kommer frem i case-studiet gjennom tetthet, nettverkssammensetning og funksjonsblandingen.

5.1 Sosiodemografiske forhold

5.1.1 Kjønnfordelingen

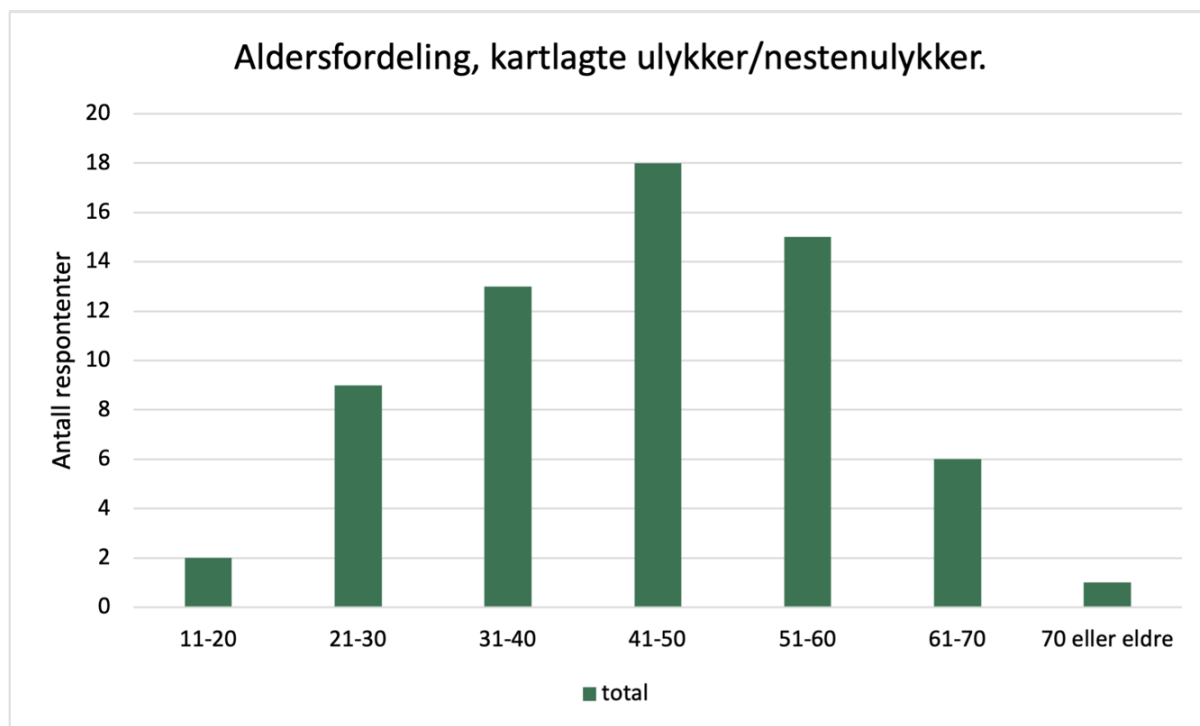
Risiko for trafikkulykker viser i litteraturen å gjøre seg avhengig av kjønn basert på opplevd trygghet og risikoadferd. Kjønnfordelingen (Figur 17) knyttet til respondentene i spørreundersøkelsen viser en klar trend hvor 51 av respondentene (80 %) viser å være menn. Til sammenligning viser kun 12 av respondentene (19 %) å representere kvinner ifølge undersøkelsen.



Figur 17: Kjønnsfordelingen, ulykke / nestenulykke.

5.1.2 Aldersfordelingen

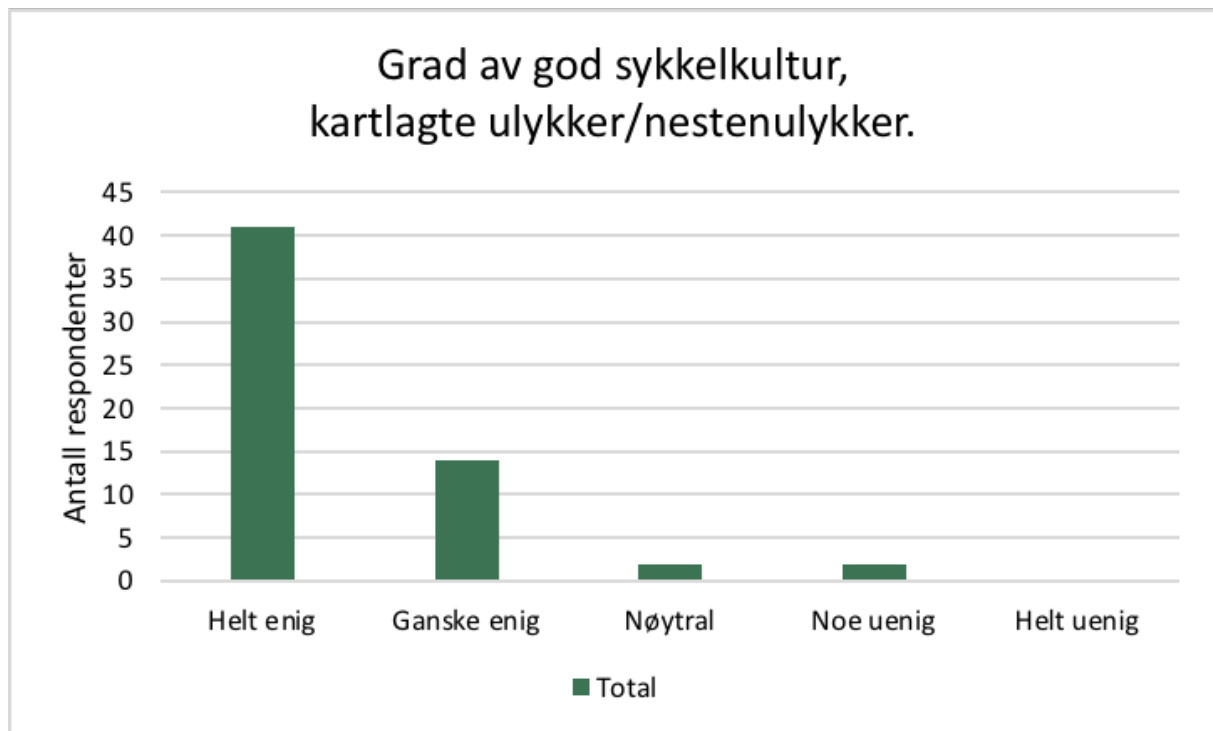
Reaksjonstid og oppfattelsen av det bebygde miljøet har vist i litteraturen å kunne ha sammenheng med alder og med dette øke risikoen for ulykke. Ulykkesrisikoen viser (Figur 18) å være sterkest representert i aldersgruppen 41-50, hvor 18 respondenter (28 %) faller innenfor denne kategorien. Videre viser 9 av respondentene (14 %) å være mellom 21-30, mens 15 respondenter (23 %) faller inn under aldersgruppen 51-60. Det mest interessante funnet kommer frem i de ytterste aldersgruppene hvor 2 respondenter (3 %) faller inn under 11-20 år og 1 respondent (1 %) faller innenfor 70 år eller eldre.



Figur 18: Aldersfordeling, ulykker og nestenulykker.

5.1.3 Sykkelkultur

Å ha en veletablert sykkelkultur har vist å kunne skape trygge rammer og bidra til at flere velger å sykle. Ifølge spørreundersøkelsen (Figur 19) viser 59 av respondentene (69 %) at god sykkelkultur er viktig kriterium for å kunne skape trygge rammer for et mer attraktivt og trygt sykkelmiljø i Bergen. Til sammenligning viser kun 2 av respondentene (3 %), å være ganske uenig i denne påstanden sett opp mot opplevd trygghet og sykkelkultur.

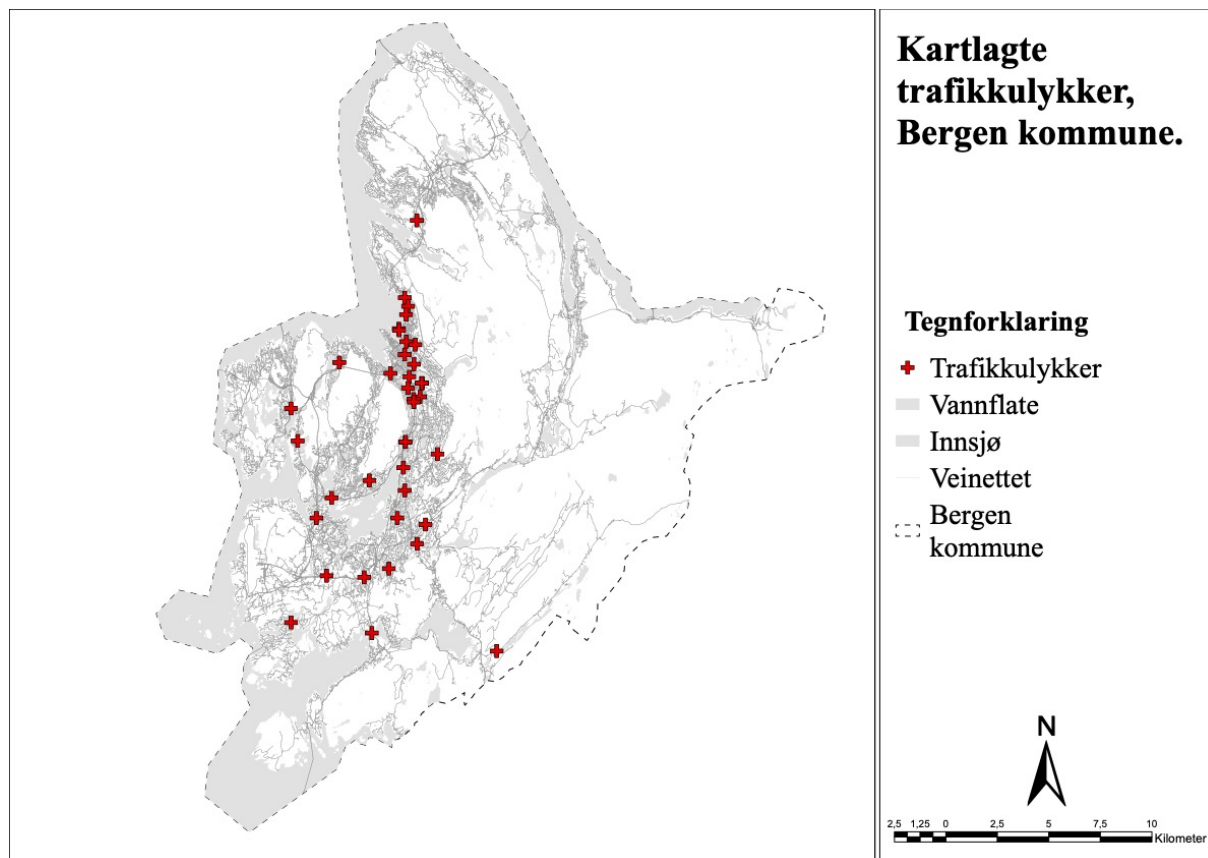


Figur 19: Grad av opplevd trygghet sett opp mot god sykkelkultur.

5.2 Risikofaktorer

5.2.1 Trafikkulykker, nestenulykker og utrygge områder

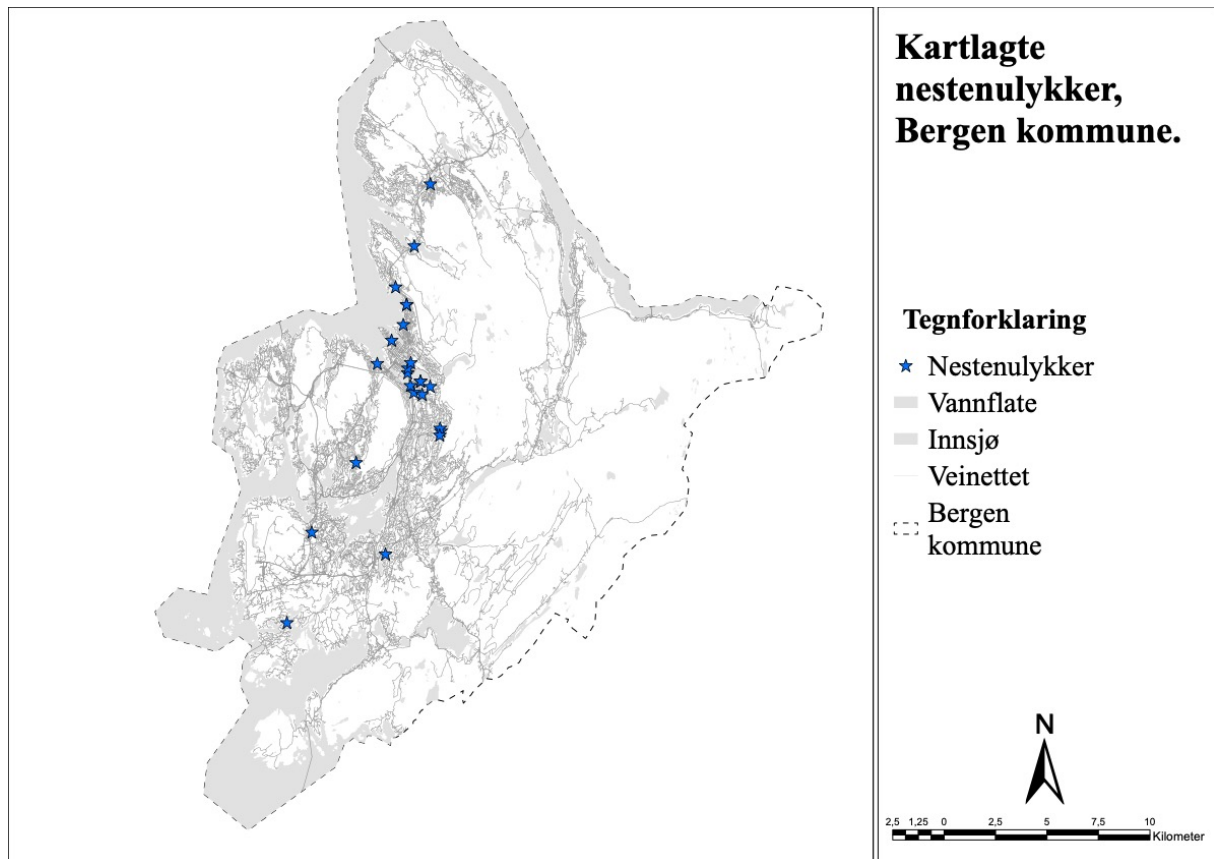
Kompleksiteten knyttet til det bebygde miljøet i sentrumsområdene viser ifølge litteraturen å skape økt risiko for trafikkulykker og nestenulykker. Resultatene som kommer frem av spørreundersøkelsen viser at de fleste kartlagte trafikkulykkene (Figur 20) kommer frem i sentrumsområde og langs hovedferdselsårene inn mot sentrum som for eksempel Fjøsangerveien, Sandviksveien og Flyplassveien.



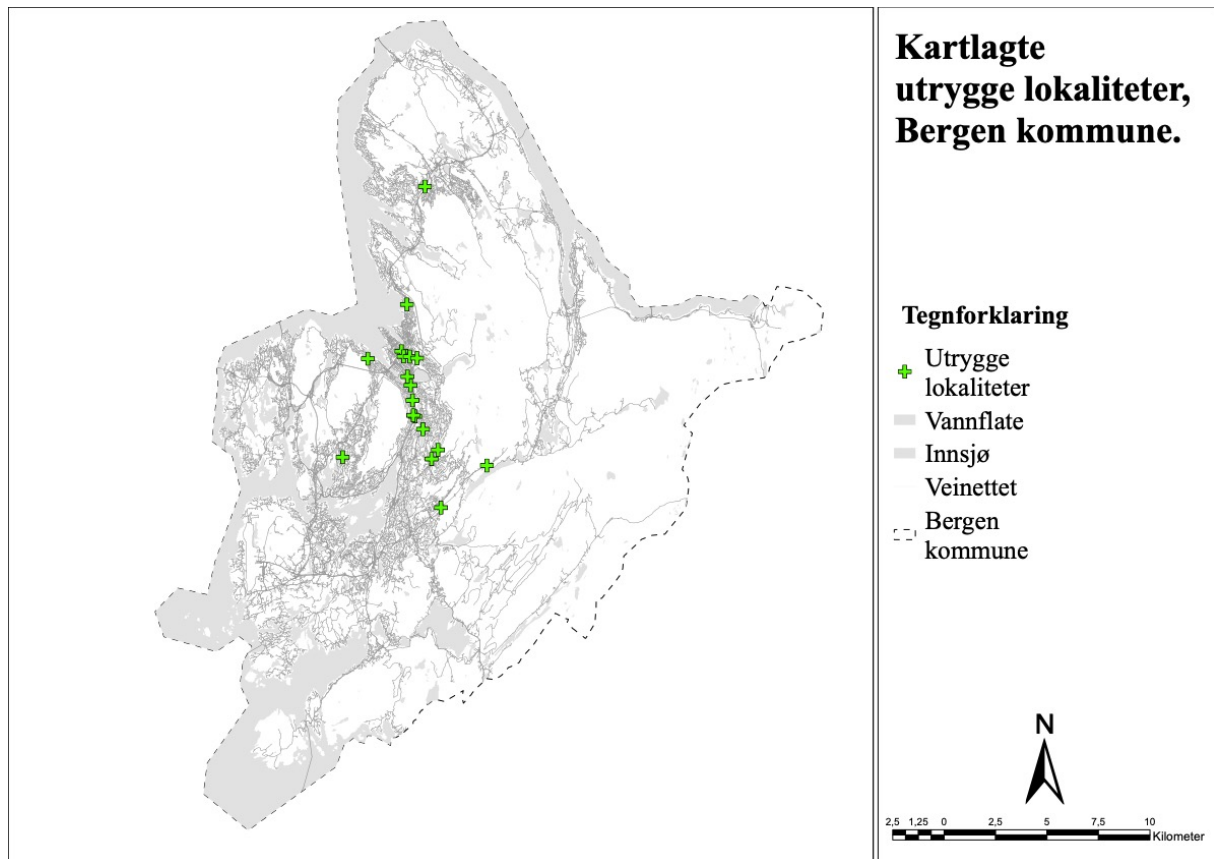
Figur 20: Lokalisering av de 40 kartlagte trafikkulykkene.

Kompleksiteten knyttet til det bebygde miljøet i sentrumsområdene viser ifølge litteraturen å skape økt risiko for trafikkulykker og nestenulykker. Resultatene som kommer frem av spørreundersøkelsen viser at de fleste kartlagte trafikkulykkene (Figur 20) kommer frem i sentrumsområde og langs hovedferdselsårene inn mot sentrum som for eksempel Fjøsangerveien, Sandviksveien og Flyplassveien

Kartleggingen av nestenulykkene (Figur 21) viser å følge samme mønster som Figur 20. Sandviksveien, Nattlandsveien og de sentrale delene av Fjøsangerveien viser her å bli trukket frem som utfordrende områder, hvor risiko for ulykke er størst ifølge undersøkelsen.



Figur 21: Lokaliseringen de 24 kartlagt nestenulykkene.

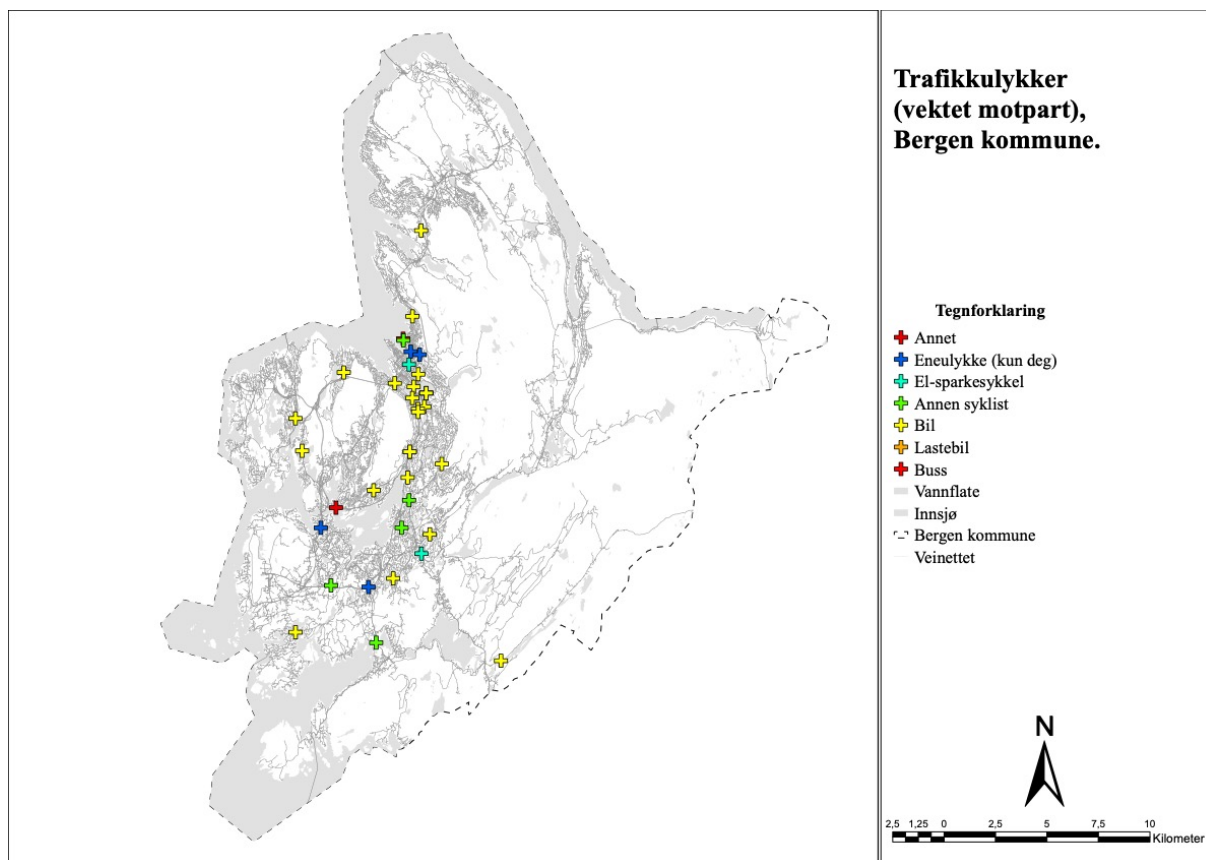


Figur 22: Lokalisering av de 22 kartlagte utrygge områdene.

Lokaliseringene av de utrygge områdene (Figur 22) viser å kunne følge samme trend som trafikkulykkene (Figur 20) og nestenulykkene (Figur 21). Foruten om sentrumsområdet viser Fjøsangerveien, Nattlandsveien og Hardangerveien å bli trukket frem som utrygge områder.

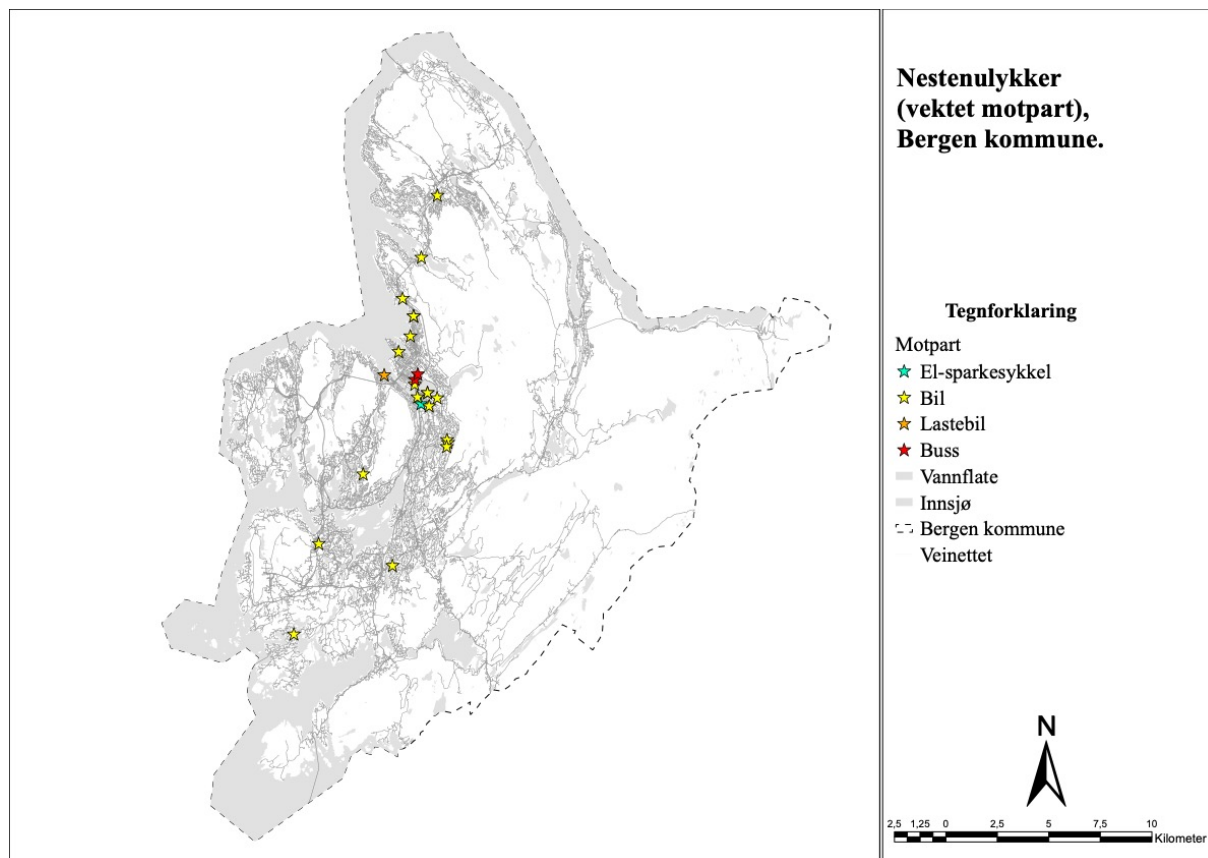
5.2.2 Motpart

Bil som motpart viser ifølge litteraturen å være den kollisjonspartneren å være mest fremtreende i det bebygde miljøet. 57,5 % (23 av respondentene) viser å oppgi bil som motpart i relasjon til ulykker. Lokaliseringen av trafikkulykker (Figur 23) viser at de aller fleste bilulykkene kommer frem i de sentrale delene av sentrum, hvor Danmarks plass og Fjøsangerveien er sterkest representert.



Figur 23: Lokalisering av trafikkulykker basert på motpart.

Tilsvarende trend kan observeres ved nestenulykkene (Figur 24) hvor 20 av respondentene (83 %) trekker frem bil som mulig motpart. Tyngre kjøretøy som buss viser videre å være fremtredende i sentrum hvor 2 respondenter (8 %) oppgir dette som mulig motpart. El-sparkesykkel som motpart viser imidlertid å være sterkt underrepresentert med kun 1 respondent (4%) som meddeler dette som mulig motpart i sentrumsområde.



Figur 24: Lokalisering av nestenulykker basert på motpart.

5.2.3 Årsakssammenhenger

Risikoen for sykkelrelaterte trafikkulykker viser å være sterkt påvirket av det bebygde miljøet hvor kryss og blindsoneproblematikken blir trukket frem som noen av hovedutfordringene. I forhold til undersøkelsen (Tabell 4) oppgir 10 av respondentene (15,6 %) at ulykken skjedde på bakgrunn av veikryss. Videre viser 9 av respondentene (14 %) kryss mellom sykkelvei og bilvei som årsak. På den andre siden viser 7 av respondentene (10,9%) å opplyse om vikepliktsbrudd, hvor kollisjon på bakgrunn av kjøretøy som svingte til høyre for respondenten, forutsagte ulykken eller nestenulykken. 22 av respondentene (34,3 %) oppgir andre årsakssammenhenger hvor videre vikepliktsbrudd, veiarbeid og glatt veibane trekkes frem som årsakssammenhenger.

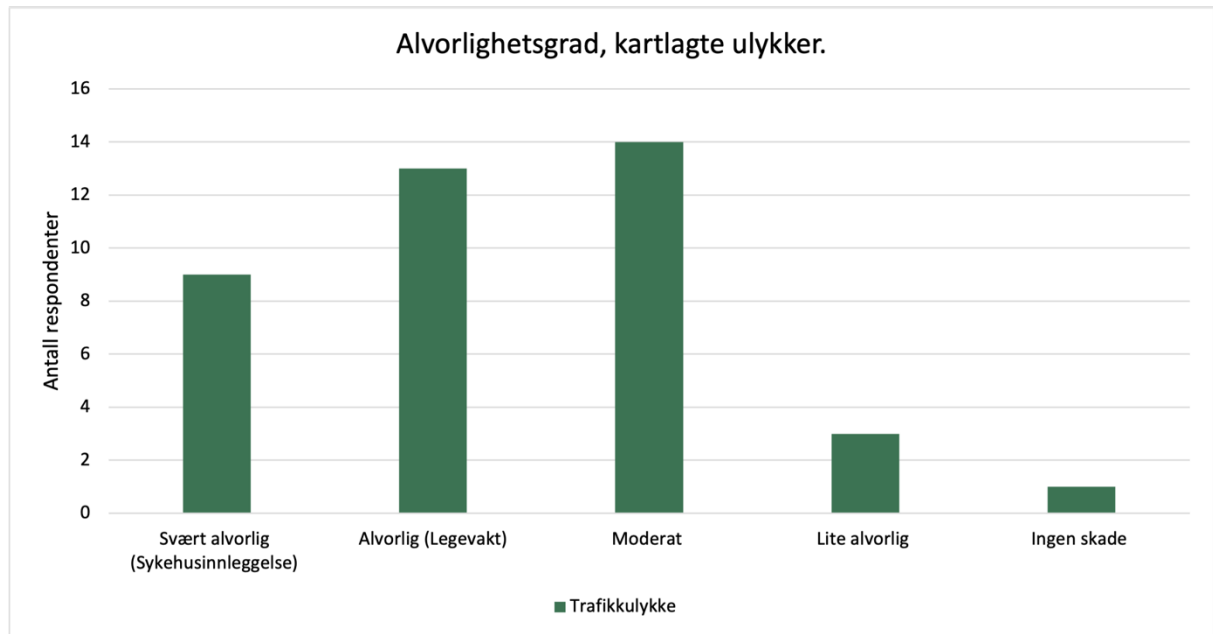
Tabell 4: Årsakssammenhenger, ulykker og nestenulykker.

Kategori	Beskrivelse	Antall respondenter
A	Påkjørsel knyttet til kryss mellom sykkelvei og bilvei.	9
B	Kollisjon med kjøretøy som svingte til høyre for deg	7
C	Presset ut i grøften på bakgrunn av forbikjøring av kjøretøy.	7
D	Kollisjon i veikryss	10
E	Påkjørsel bakfra	2
F	Syklet inn i annen trafikanter bakfra	1
G	Påkjørsel på bakgrunn av endret posisjon i veibanen ved forbikjøring av annen trafikanter.	2
H	Påkjørsel av bil fra innkjørsel / garasje plass ved sykling på fortau.	3
I	Kollisjon med parkert bil og åpen dør.	1
J	Annet	22

5.2.4 Alvorlighetsgrad

Alvorlighetsgraden viser å være svært sammensatt hvor faktorer som utforming av infrastruktur, værforhold, erfaring, alder, og trafikkforhold viser å ha innvirkning på utfallet ved ulykke ifølge litteraturen. Den generelle trenden (Figur 25) viser at: 55 % av ulykkene havner innenfor kategoriene svært alvorlig (sykehusinnleggelse) til alvorlig

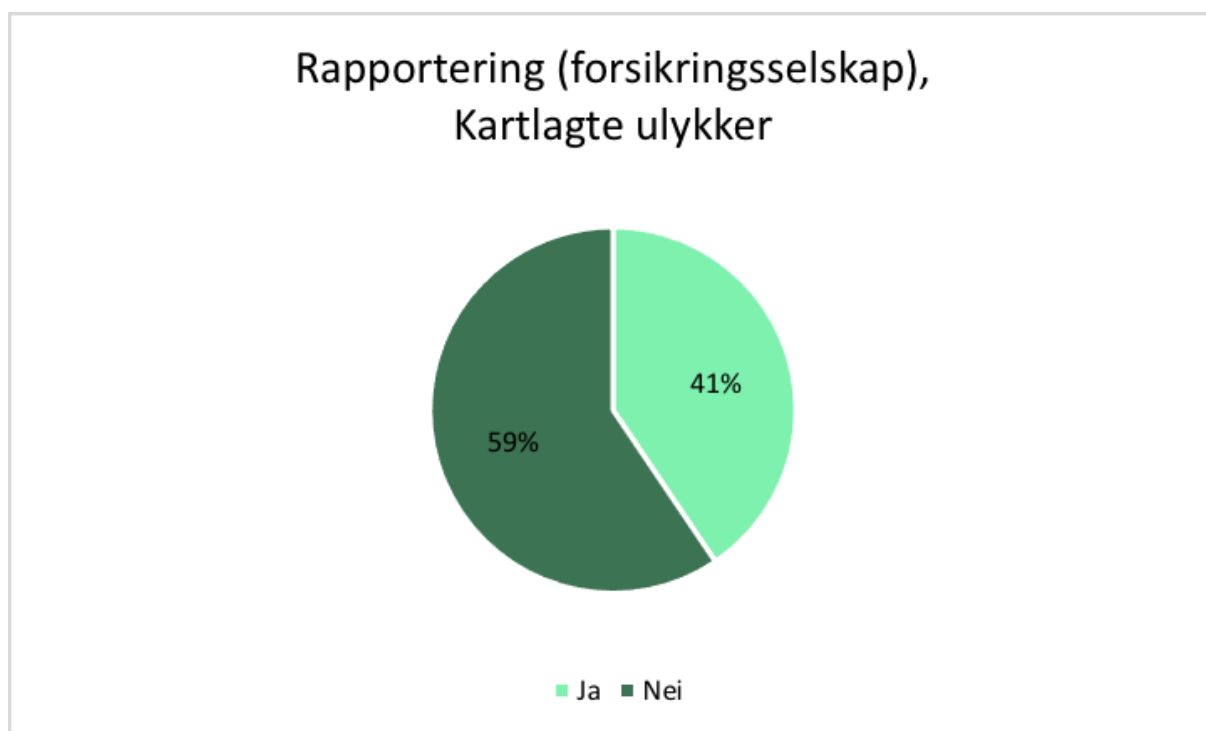
(legevakt). På den andre siden viser kun 4 av respondentene (10 %) å oppgi liten til ingen skade ved ulykke.



Figur 25: Alvorlighetsgrad, ulykker.

5.2.5 Rapporteringsgrad

Kunnskapshullet knyttet til sykkelrelaterte trafikkulykker viser ifølge litteraturen å skyldes mangelfull rapporteringsgrad og data om hvilke rommelige forhold som gjør seg gjeldende for sykkelrelaterte ulykker. Ifølge undersøkelsen (Figur 26) viser den generelle trenden at de aller fleste ulykker ikke blir fanget opp i et offentlig register. Av de 37 respondentene som svarte på spørsmålet, viser hele 22 respondenter (59,4 %) at ulykken ikke ble rapportert inn til forsikringsselskapet. Til sammenligning svarte kun 15 av respondentene (40,5 %) på at ulykken ble innrapportert.

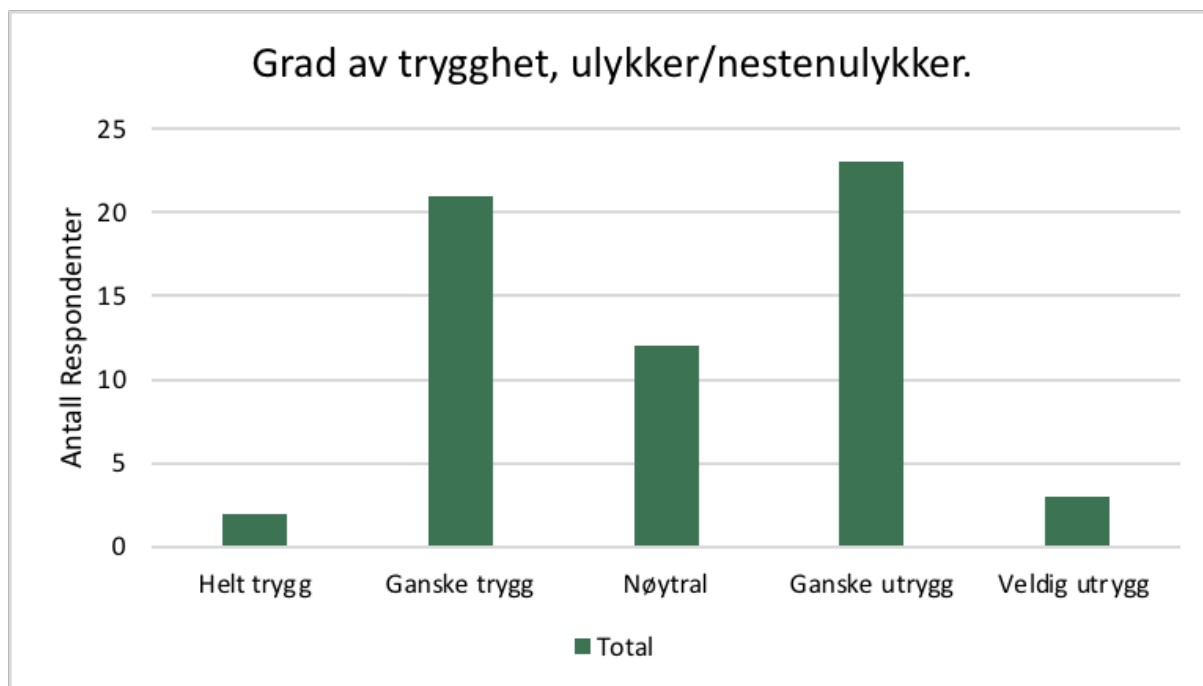


Figur 26: Rapporteringsgrad, trafikkulykker.

5.3 Trygghetsfølelsen

5.3.1 Den generelle oppfattelsen rundt trygghet.

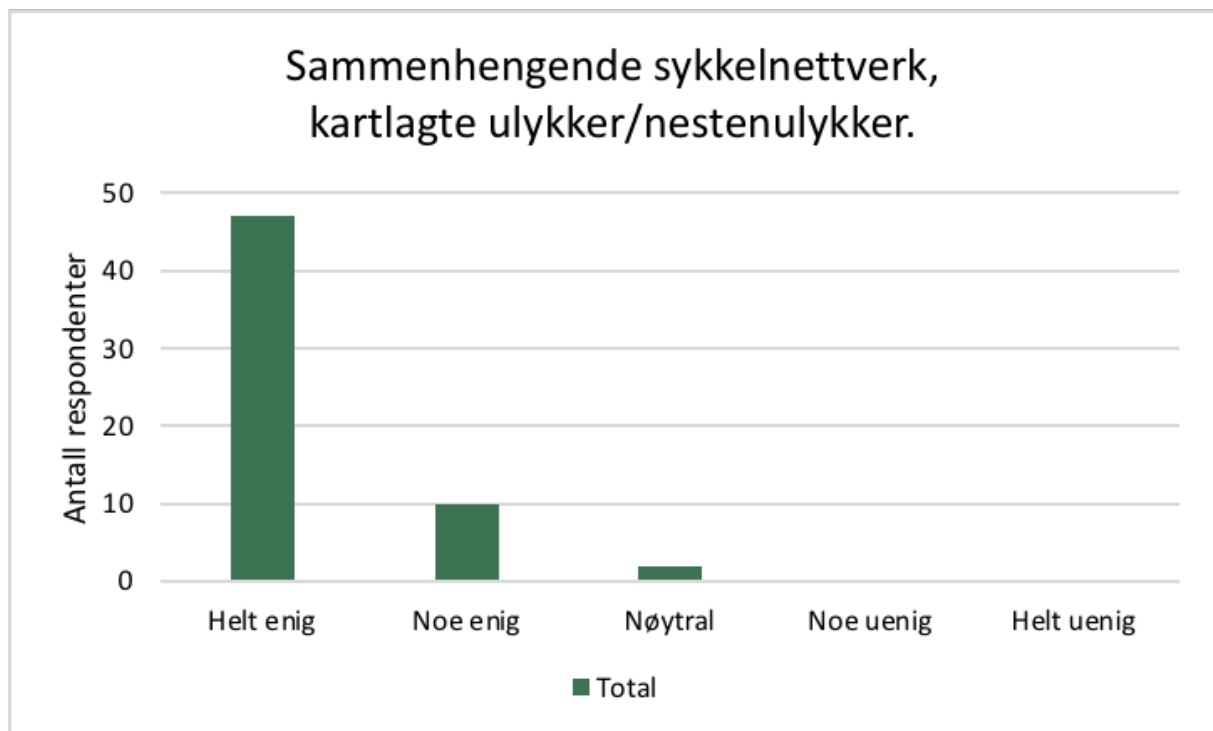
Den subjektive oppfattelsen av trygghet i det bebygde miljøet viser å få betydning for den reelle risikoen når det kommer til sykkelrelaterte ulykker. Funnene i undersøkelsen (Figur 27) viser å være todelt. 21 av respondentene (34,4 %) oppgir at de føler seg ganske trygge som sykklist i Bergen. På den andre siden viser 23 av respondentene (37,7 %) å føle seg ganske utrygg.



Figur 27: Opplevd trygghet, Bergen kommune.

5.3.2 Sammenhengende sykkelnettverk

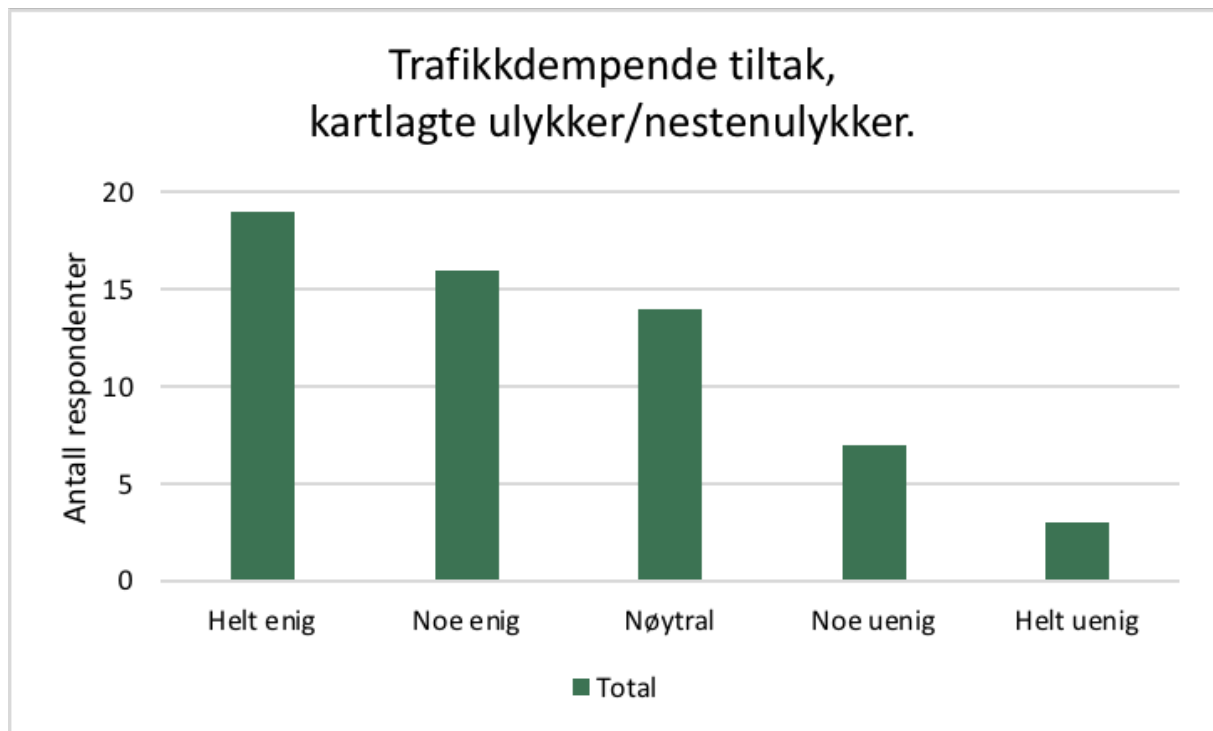
Sammenhengende sykkelnettverk viser å være en av de viktigste faktorene for å gjøre det attraktivt og trygt å sykle. Sett opp mot undersøkelsen (Figur 28) viser 47 av respondentene (79,6 %) at sammenhengende sykkelnettverk er en forutsetning for at respondentene skal kunne oppleve å være helt trygg som syklist i Bergen. Til sammenligning viser kun 2 av respondentene (3 %) å ha en nøytral holdning i forhold til dette kriteriet for trygghet.



Figur 28: Sammenhengende sykkelnettverk som trygghetsfaktor.

5.3.3 Trafikkdempende tiltak

Fart viser å være en av de mest sentrale faktorene for alvorlighetsgrad og risiko for ulykker i det bebygde miljøet. Ifølge undersøkelsen (Figur 29) viser 19 av respondentene (32,2 %) å trekke frem dette som en vesentlig faktor for trygghet. Til sammenligning viser kun 7 av respondentene (11,8%) å være noe uenig i denne påstanden.

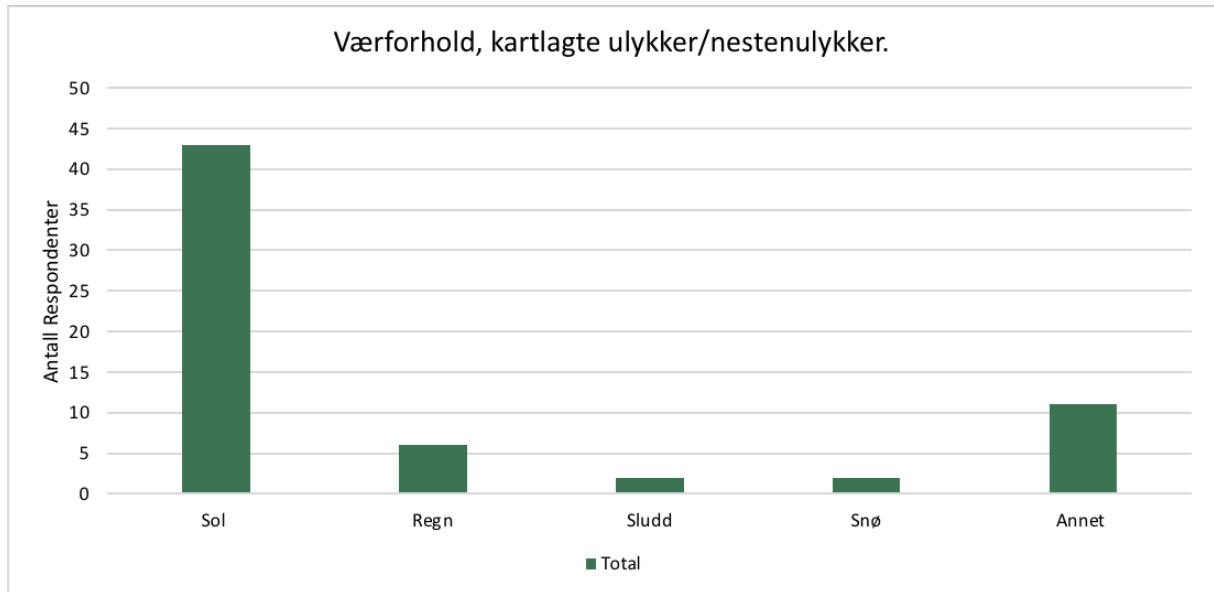


Figur 29: Trafikkdempende tiltak som trygghetsfaktor.

5.4 Det naturlige miljøet

5.4.1 Værforhold

Værforholdene viser å ha sammenheng med sykkelandelen og risiko for sykkelrelaterte trafikkuulykker i det bebygde miljøet. Ifølge undersøkelsen (Figur 30) viser 43 av respondentene (67,1 %) at værforholdene er på sitt beste (sol) når ulykken eller nestenulykken inntraff. Til sammenligning opplyser bare 6 av respondentene (9,3 %) regn i tilknytning til ulykken eller nestenulykken. Overskyet, opphold eller mørke viser å være mindre fremtredende og gjør seg gjeldende i kategorien annet gjennom de 11 respondentene (17,1 %).

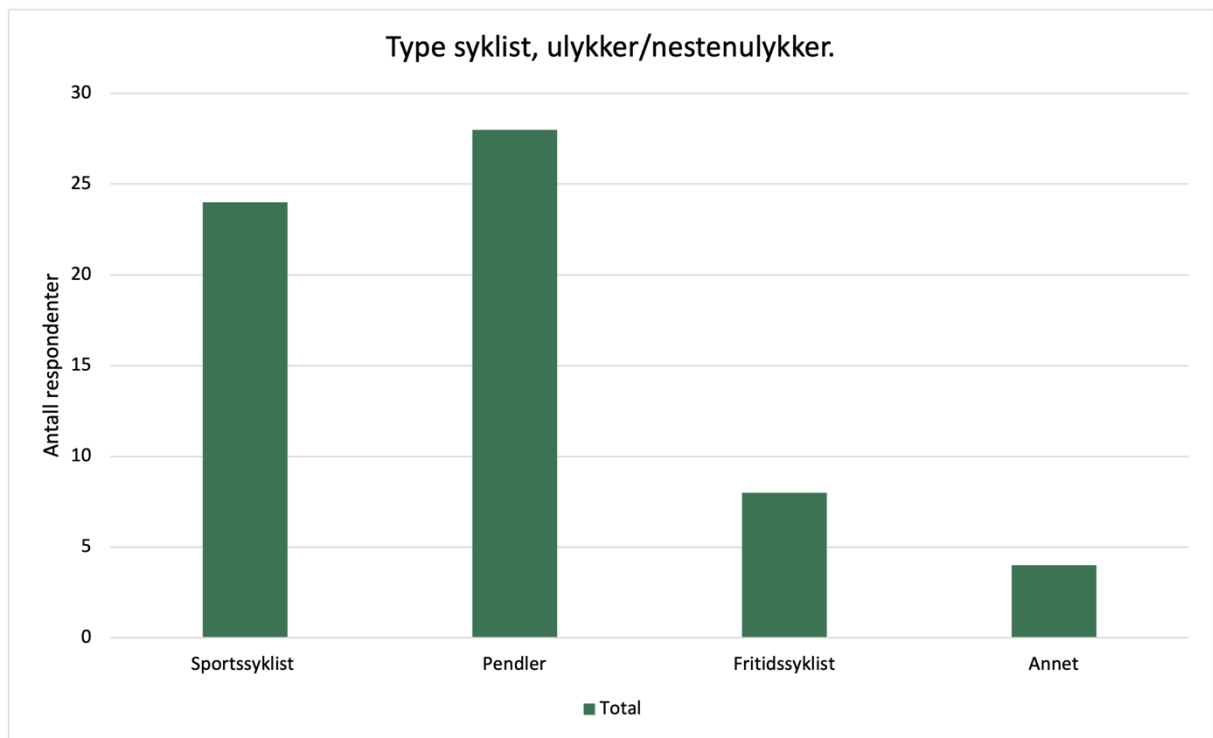


Figur 30: Værforhold som risikofaktor.

5.5 Ferdigheter og erfaringer

5.5.1 Ferdighetsnivå

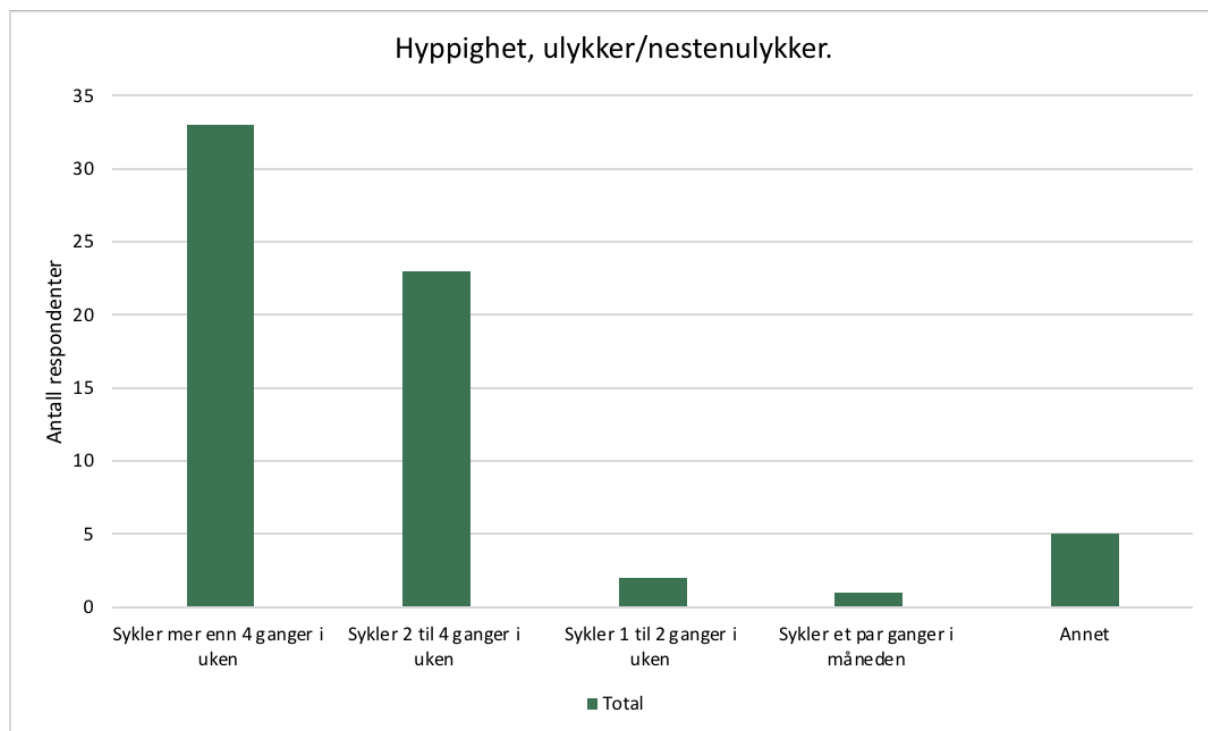
Ferdighetsnivået og risikoprofil viser å ha innvirkning på risikoen for å bli utsatt for en sykkelrelatert ulykke. Den generelle trenden knyttet til spørreundersøkelsen (Figur 31) viser at 28 av respondentene (43,7 %) anser seg selv som pendlere. Videre viser 24 av respondentene (37,5 %) å havne innenfor kategorien sportssyklister. Til sammenligning oppgir kun 4 av respondentene (6,2 %) å være fritidssyklister.



Figur 31: Type syklist, ulykker og nestenulykker.

5.5.2 Hyppighet

Hyppighet viser å ha nær sammenheng med risiko for sykkelrelaterte ulykker. Ifølge undersøkelsen (Figur 32) viser 33 av respondentene (51,5 %) å sykle mer enn 4 ganger i uken. 23 av respondentene (35,9 %) oppgir å sykle mellom 2 og fire ganger i uken. Til sammenligning viser kun 2 av respondentene (3 %) å sykle kun 1 til 2 ganger i uken og kun 1 respondent (1,5 %) sykler kun et par ganger i måneden.

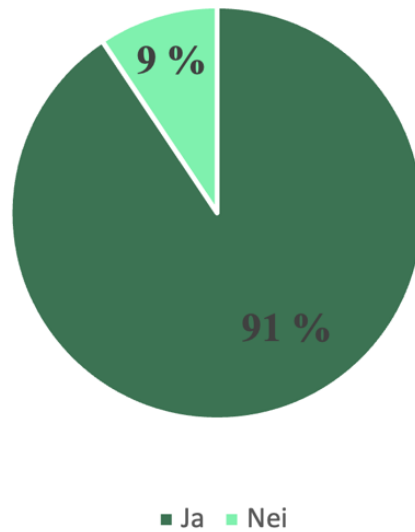


Figur 32: Hyppighet, ulykker og nestenulykker.

5.5.3 Sertifikat

Trafikkopplæring gjennom sertifikat viser å kunne ha innvirkning på risikoen for sykkelrelaterte trafikkulykker. Ifølge undersøkelsen (Figur 33) viser 58 av respondentene (90,6 %) å ha trafikkopplæring gjennom sertifikatet på bil. Til sammenligning viser kun 6 av respondentene (9,3 %) ikke ha trafikkopplæring gjennom sertifikatet.

Sertifikat, kartlagte ulykker/nestenulykker.

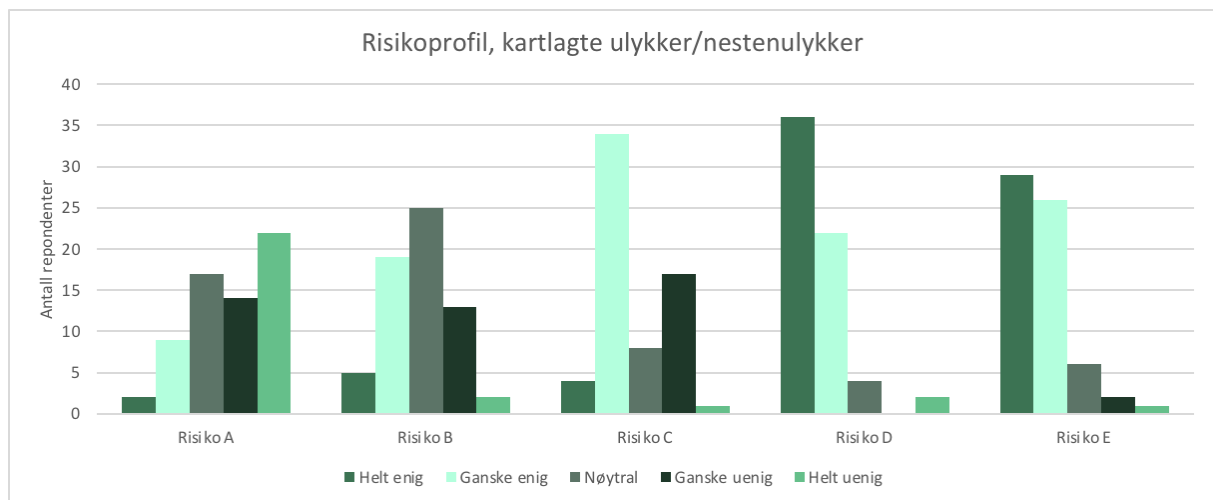


Figur 33: Trafikkopplæring gjennom sertifikat, ulykker og nestenulykker.

5.5.4 Risikoprofil

Adferd, trafikkopplæring og tilpasningsdyktighet er alle faktorer som kan bidra til å redusere risikoen for ulykke. I undersøkelsen ble følgende kriterier vektlagt basert på respondentens risikoprofil:

- Risiko A: «Jeg blir ofte trigget av andre syklistere til å kjøre om kapp»
- Risiko B: «Jeg blir ofte hissig når andre trafikanter ikke overholder trafikkregler»
- Risiko C: «Jeg overholder alle trafikkreglene når jeg sykler»
- Risiko D: «Jeg søker alltid øyekontakt med bilførerne i uoversiktlige situasjoner»
- Risiko E: «Jeg er alltid påpasselig med å unngå blindsonen for de øvrige trafikantene»



Figur 34: Risikoprofil gjennom risikofaktorer (A-E), spørreundersøkelsen.

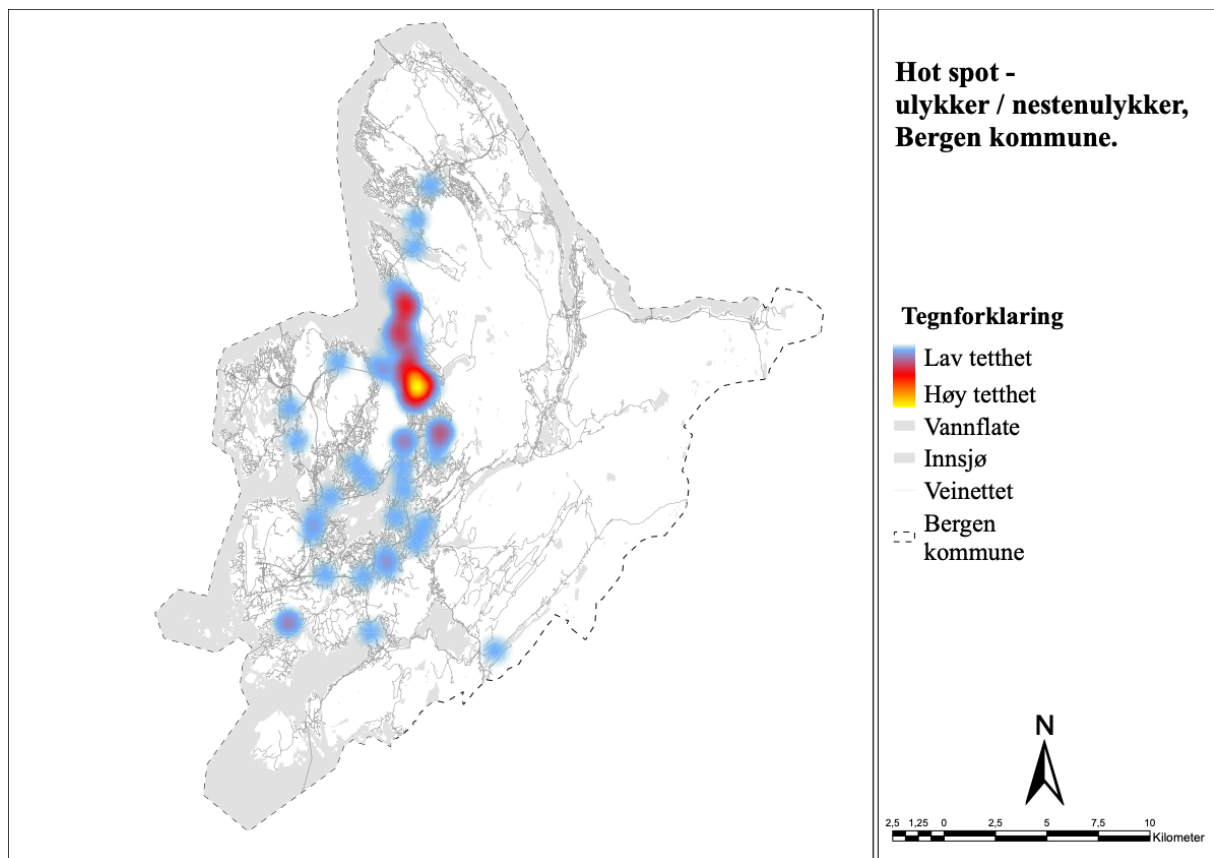
Ifølge undersøkelsen (Figur 34) viser følgende trender å gjøre seg gjeldende sett opp mot risikoprofilen for ulykker og nestenulykker:

- 22 av respondentene (34,3 %) er helt uenig (Risiko A).
- 25 av respondentene (39 %) er nøytral (Risiko B)
- 34 av respondentene (53,1 %) er ganske enig (Risiko C)
- 36 av respondentene (56,2 %) er helt enig (Risiko D)
- 29 av respondentene (45,3 %) er helt enig (Risiko E)

5.6 De rommelige karaktertrekkene

Tetthetsanalyse gjennom Hotspot viser til å kunne identifisere grupperinger av punkter gjennom de kartlagte trafikkulykkene (Figur 21) og nestenulykkene (Figur 22). I dette delkapittelet vil det redegjøres for de rommelige kjennetegnene som kommer frem av tetthetsanalysen gjennom vekting av ulike sosiodemografiske kriterier.

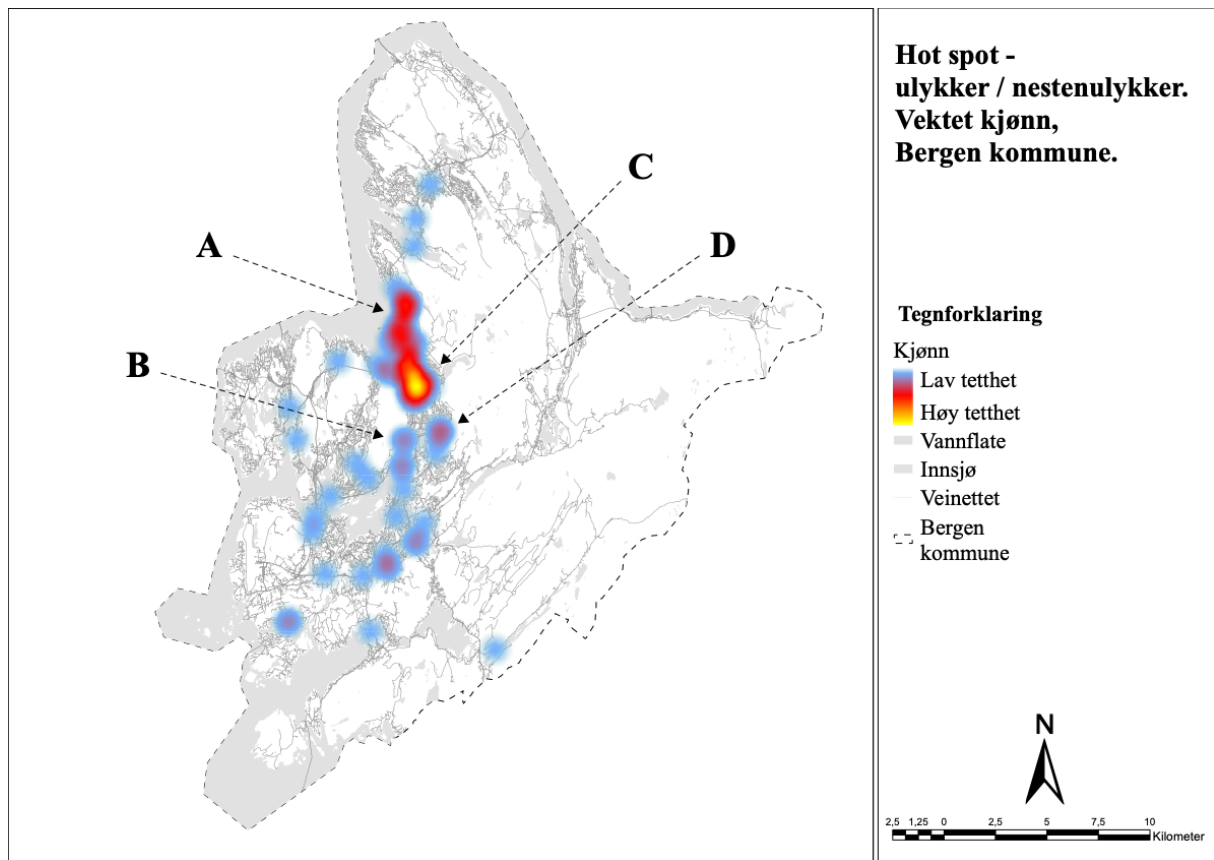
5.6.1 Ulykker og trafikkulykker



Figur 35: Tetthet basert på ulykker og nestenulykker.

Konsentrasjonen av ulykkene og trafikkulykkene (Figur 35) viser å ha høyest tetthet i sentrum. Innfartsårene viser videre å lyse opp ved Sandviksveien (nord), Fjøsangerveien (sørøst) og Nattlandsveien (Sørøst). I bydelene viser de sørlige delene av Bergen å lyse opp gjennom Hjellegårdshøgda (Sørvest) og Skjoldshøgda like sør for sentrum.

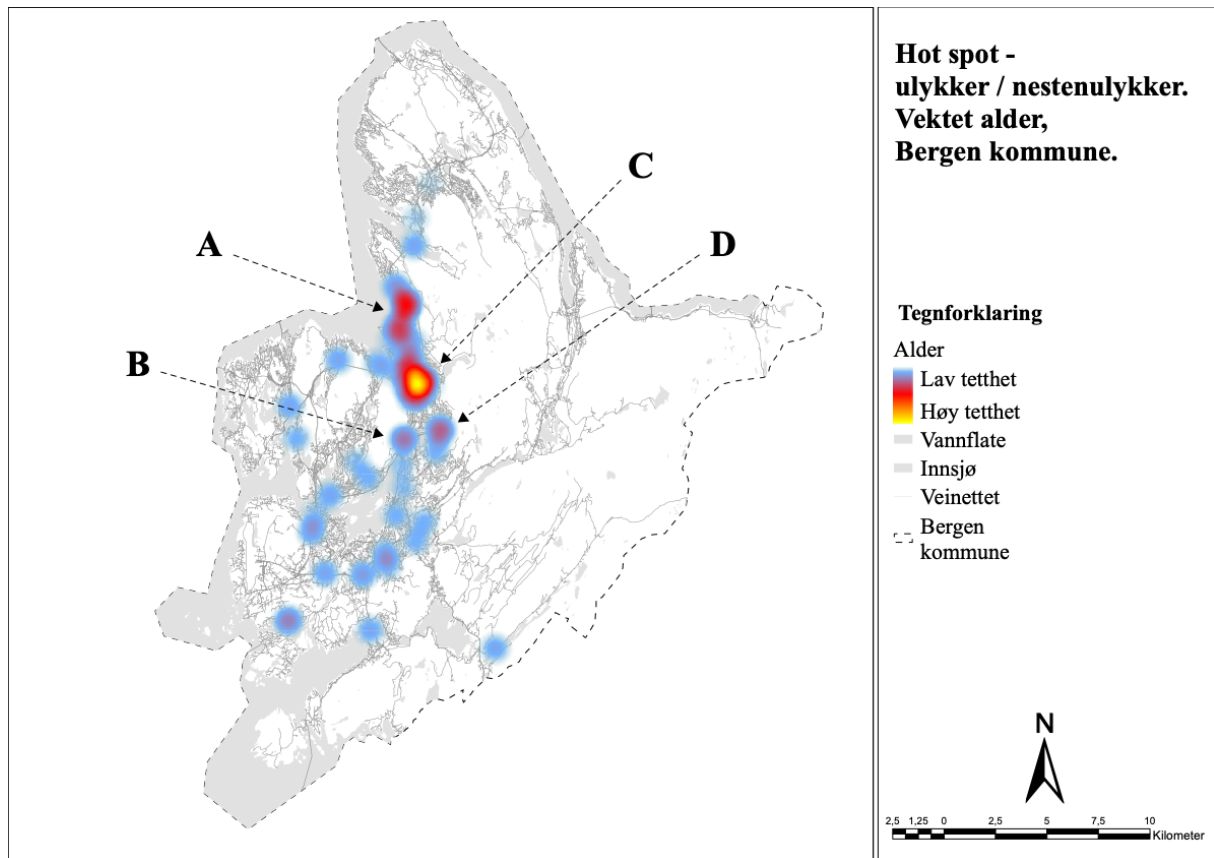
5.6.2 Kjønnfordelingen



Figur 36: Tetthet basert på kjønn.

Sett i forhold til kjønnfordelingen (Figur 17), viser en annen karakteristikk enn Figur 35. Konsentrasjonen av ulykker og nestenulykker (Figur 36) viser å være mest fremtredende hos kvinnene knyttet til strekningen fra Sandviksveien (punkt A) og inn mot sentrum (punkt C). Sett i forhold til bydelene (Figur 36) viser trassen fra Lagunen til Nesttun å være sterkt markert.

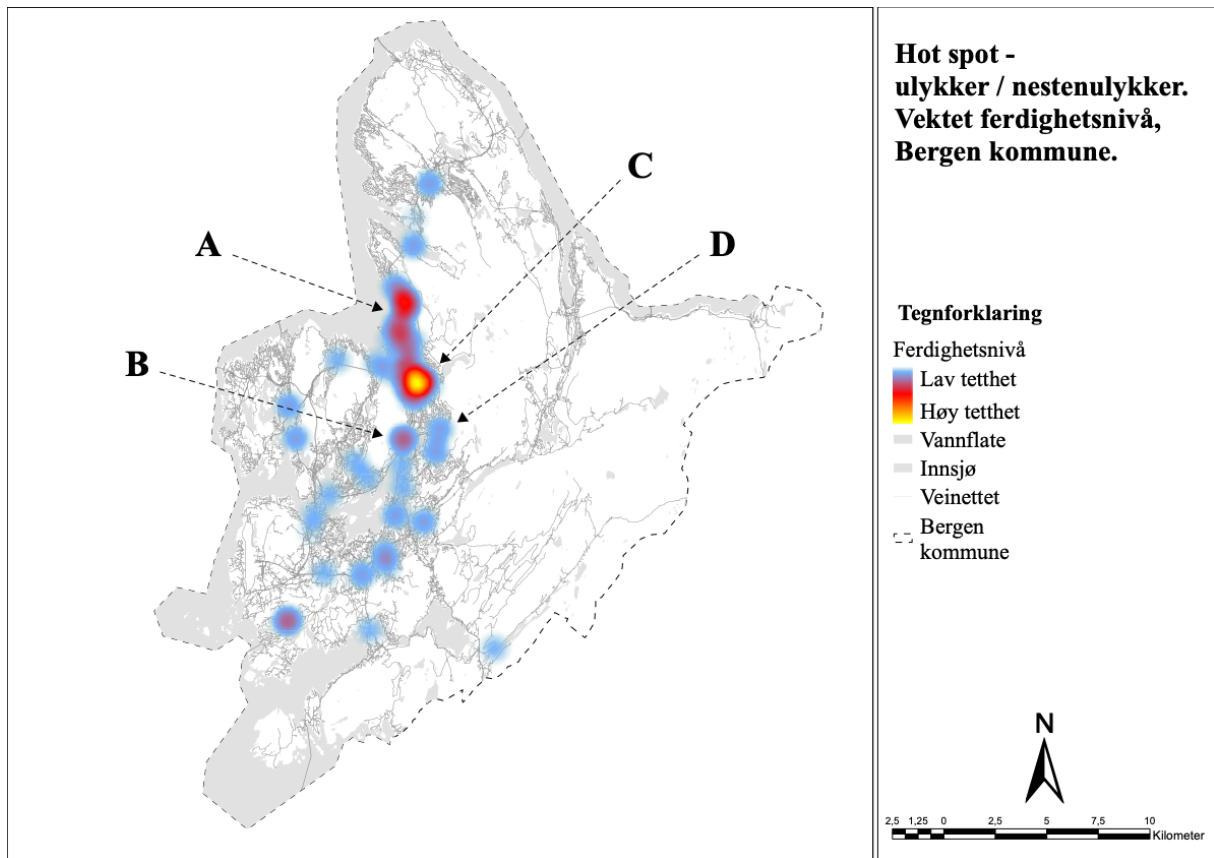
5.6.3 Aldersfordelingen



Figur 37: Tetthet basert på alder.

Sett i forhold til aldersfordeling (Figur 18), viser Figur 37 at konsentrasjonen kommer sterkest frem ved Sandviken (punkt A) og ved Sentrum (punkt C). Videre viser Søreide og Lagunen å være noe mer fremtredende sett opp mot Figur 35.

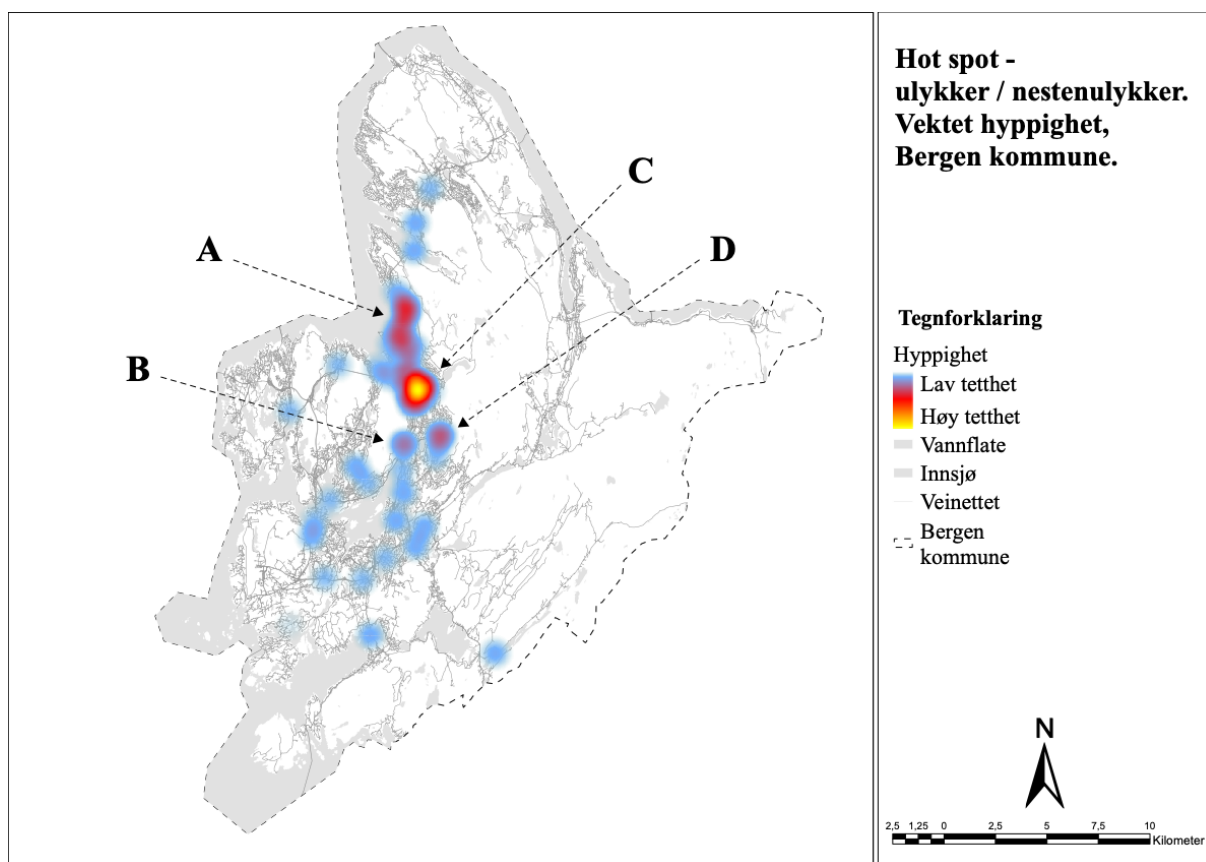
5.6.4 Ferdighetsnivået



Figur 38: Tetthet basert på ferdighetsnivå.

Ferdighetsnivået (Figur 31) sett opp mot konsentrasjonen av trafikkulykker og nestenulykker (Figur 38) viser å gjøre seg gjeldende ved Fjøsangerveien (Punkt B), Sandviksveien (Punkt A) og Bergen sentrum (Punkt C). På den andre siden viser Nattlandsveien (punkt D) å være mindre fremtredende enn av Figur 37.

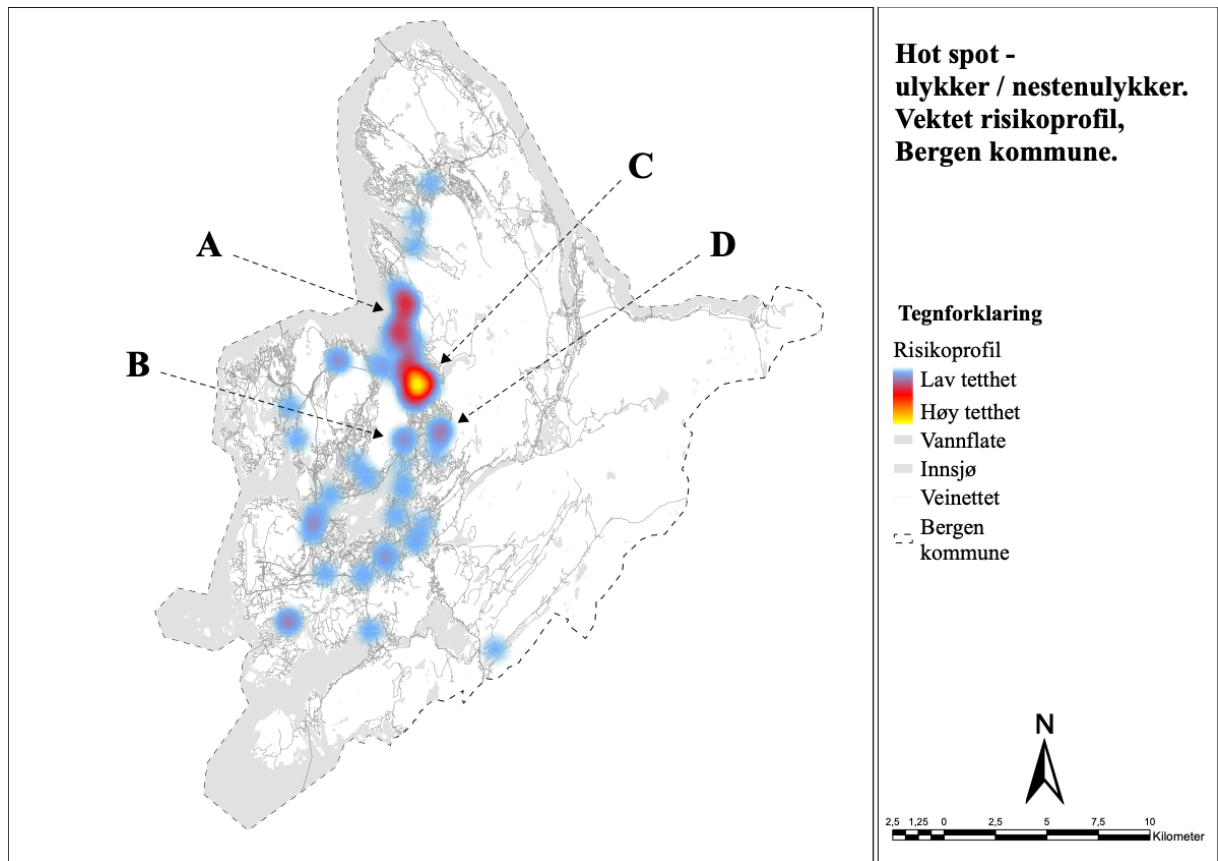
5.6.5 Hyppigheten



Figur 39: Tetthet basert på hyppighet.

Hyppighet (Figur 32) viser i Figur 39 å trekke frem Nattlandsveien som en av de sentrale områdene for trafikkulykker og nestenulykker. Videre viser Bergen sentrum (punkt C), Fjøsangerveien (punkt B) og Sandviksveien (punkt A) gjennom Gjensidigegården, å være fremtredende etter dette kriteriet. Et interessant funn er imidlertid de kaldere områdene utenfor sentrum som viser at det forekommer mindre samvariasjon mellom hyppighet og lokalisering av ulykker og nestenulykker.

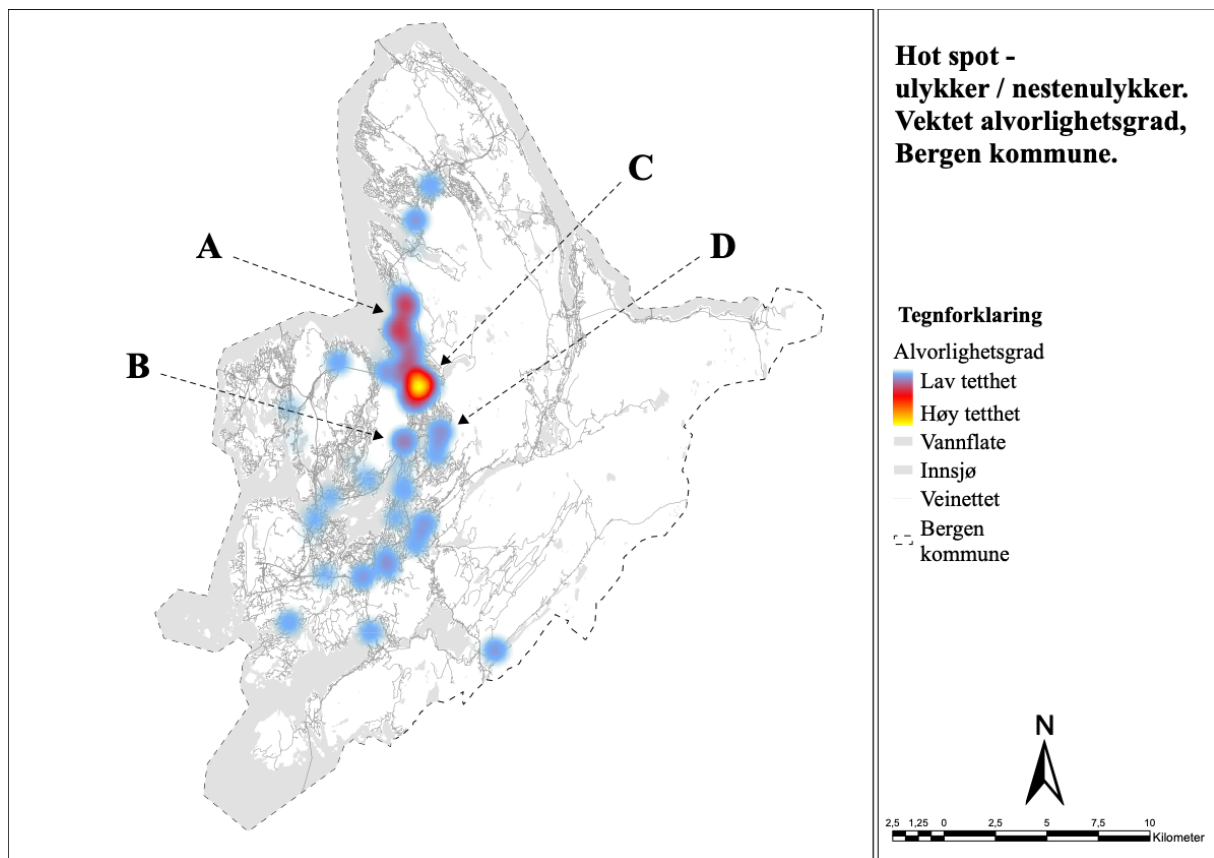
5.6.6 Risikoprofilen



Figur 40: Tetthet basert på risikoprofil.

Risikoprofil (Figur 34) viser gjennom Figur 40 å trekke frem Laksevåg, Søreide, Hjeltestad og Lagunen som sentrale områder. De sentrale områdene i punkt A, B og D viser å være mindre fremtredende enn Figur 35.

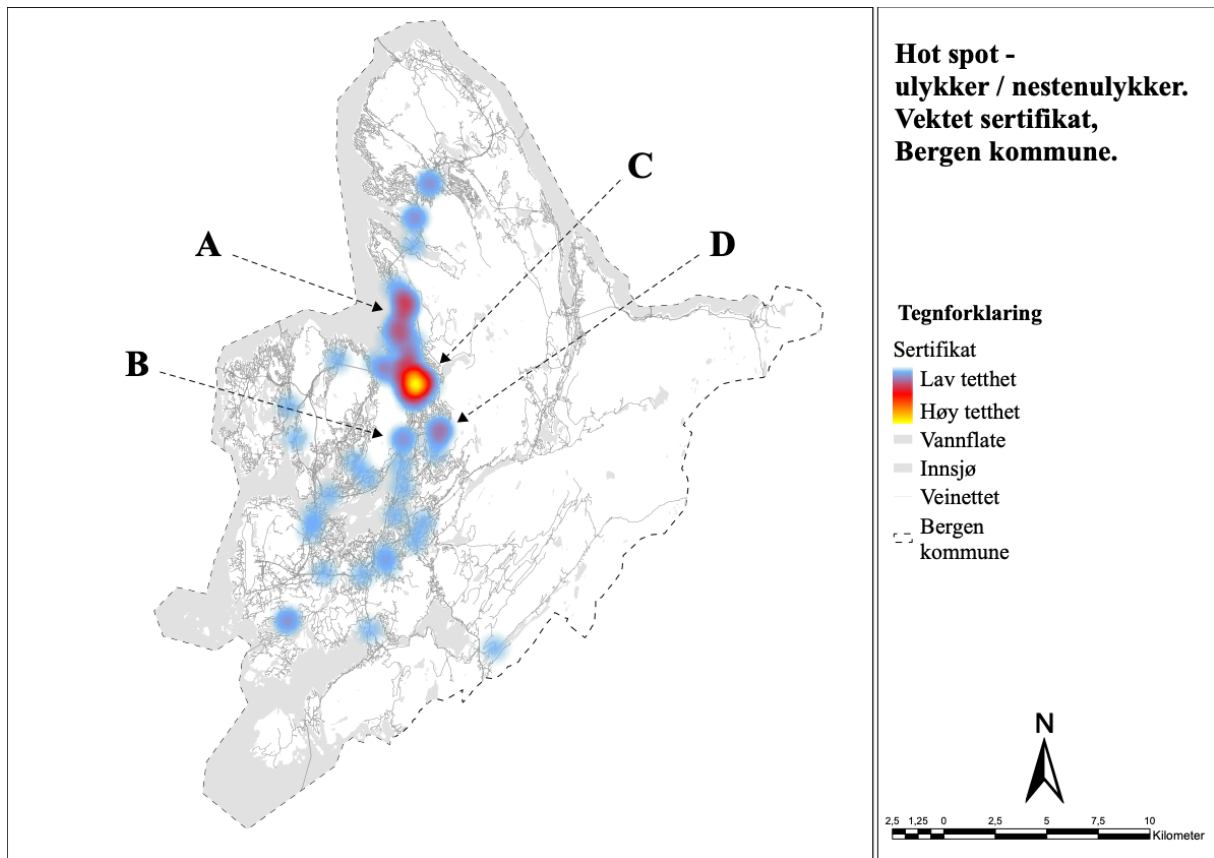
5.6.7 Alvorlighetsgraden



Figur 41: Tetthet basert på alvorlighetsgrad.

Alvorlighetsgrad av ulykker og nestenulykker (Figur 25) viser i forhold til alvorlighetsgraden presentert i Figur 41 å være konsentrert i sentrumsområdet (Punkt C). Nattlandsveien (punkt D) viser å være mindre toneangivende sett i forhold til Fjøsangerveien (Punkt B). I de sentrale bydelene viser trassen fra Lagunen til Nesttun å lyse noe mer opp, sammenlignet med Figur 35.

5.6.8 Trafikkopplæring

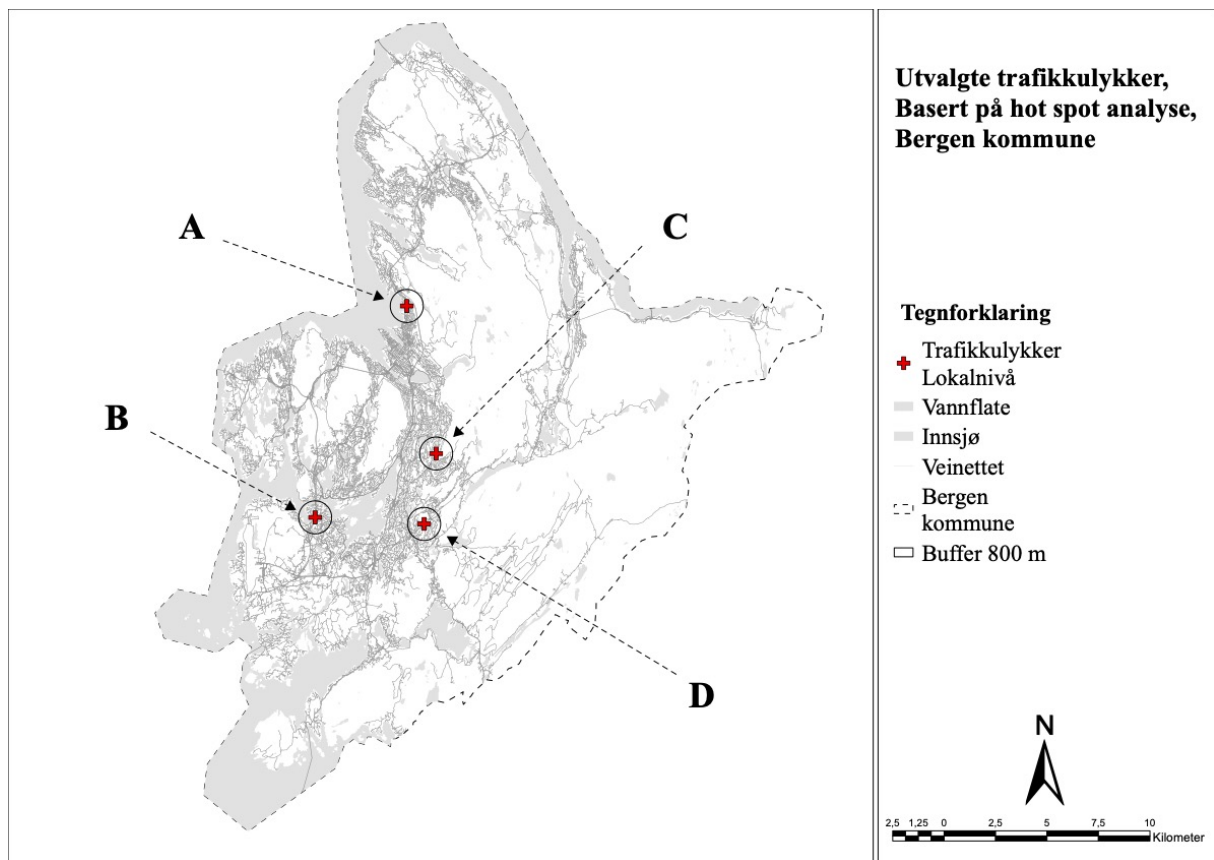


Figur 42: Tetthet basert på trafikkopplæring (sertifikat).

Trafikkopplæring gjennom sertifikatet (Figur 33) viser å ha innvirkning på grad av tettheten presentert i Figur 42. Foruten om sentrum (Punkt C) viser områder i nord gjennom Erviken og Åsane å bli trukket frem i forhold til dette kriteriet. Videre viser de sentrale områdene gjennom Fjøsangerveien, Sandviksveien å være noe mindre sentrale, enn hva som kommer frem ved Nattlandsveien (Punkt D).

5.7 Analyse av det bebygde miljøet

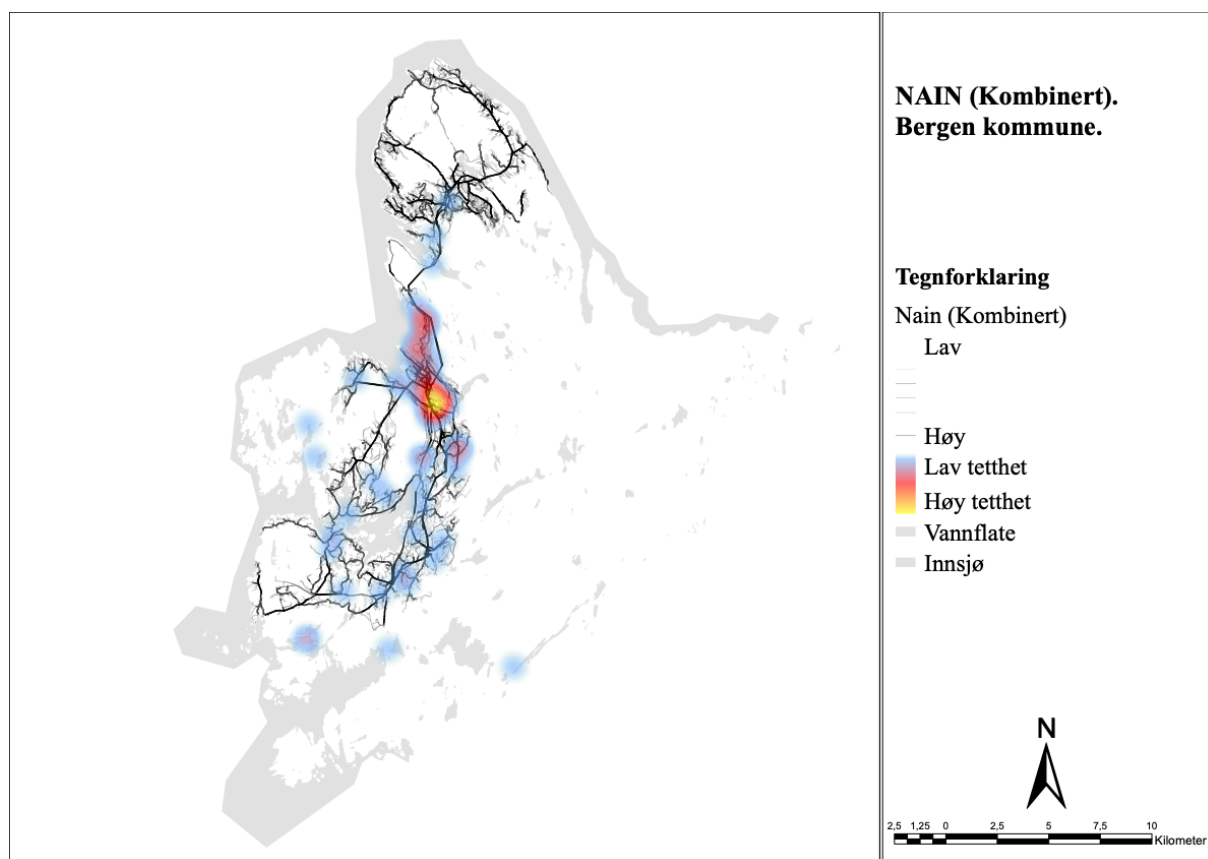
Hvilke rommelige forhold som gjør seg gjeldende kan bli beskrevet gjennom veiegenskapenes integrasjon og vinkelavvik (Space syntax), Bygningstetthet og arealknapphet (GSI, FSI og OSR) og grad av funksjonsblanding (MXI). I det følgende delkapittelet vil det bli redegjort for de ulike urbane analysemetodene på makronivå, før det blir gjort et dypdykk i fire utvalgte lokaliteter gjennom en case-studie (Figur 43).



Figur 43: Utvalgte lokaliteter, A: Gjensidigekrysset, B: Søreidsgrenda, C: Nattlandsveien og D: Midtunheia.

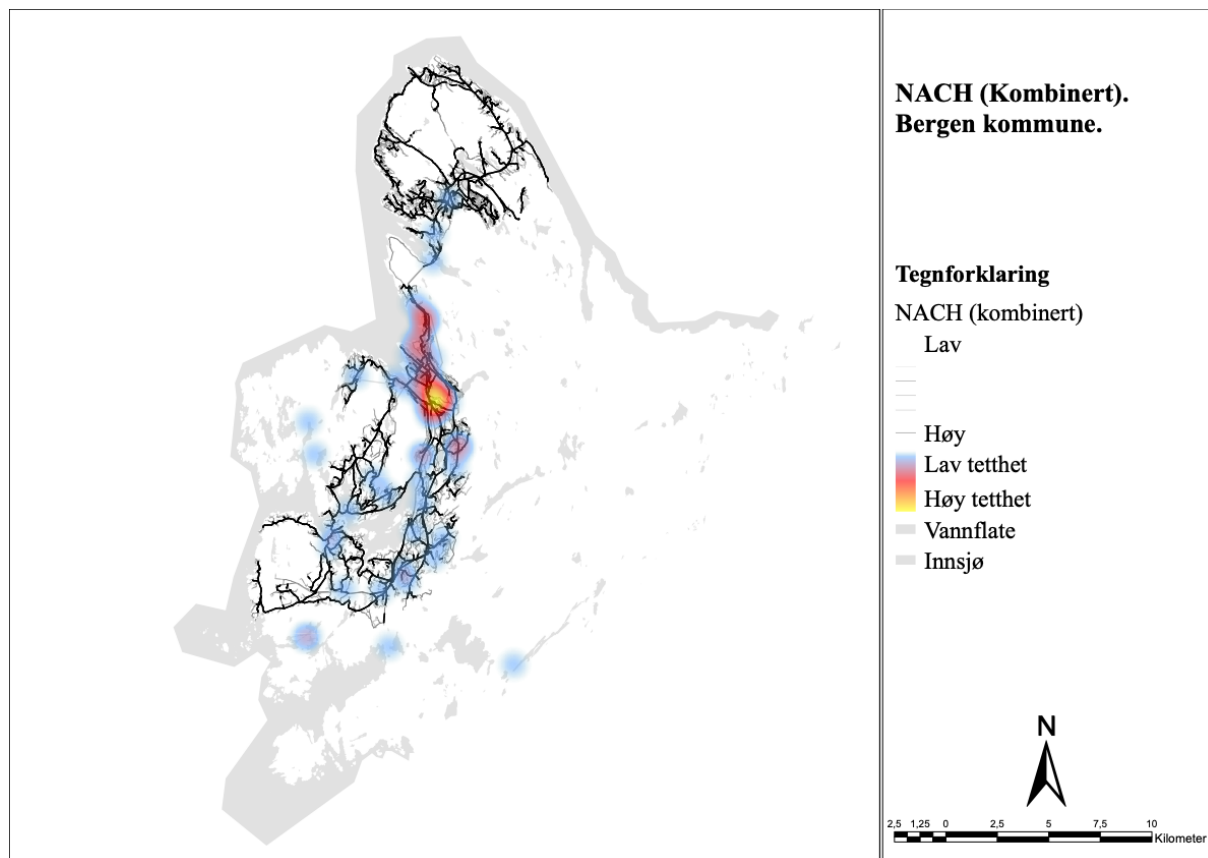
5.7.1 Space syntax

Integrasjonen sett i forhold til veinettet over Bergen (NAIN kombinert) viser at de mest integrerte veiene er knyttet til hovedfartsårene som kobler de sentrale bydelene sammen i hjerte av Bergen sentrum. Ifølge kartet (Figur 44) viser de utvalgte lokalitene; Midtunheia, Nattlandsveien og Gjensidigekrysset å være lokalisert i nær tilknytning til de mest integrerte veinettet (Figur 55). For Søreide viser imidlertid integrasjonen å være noe lavere.



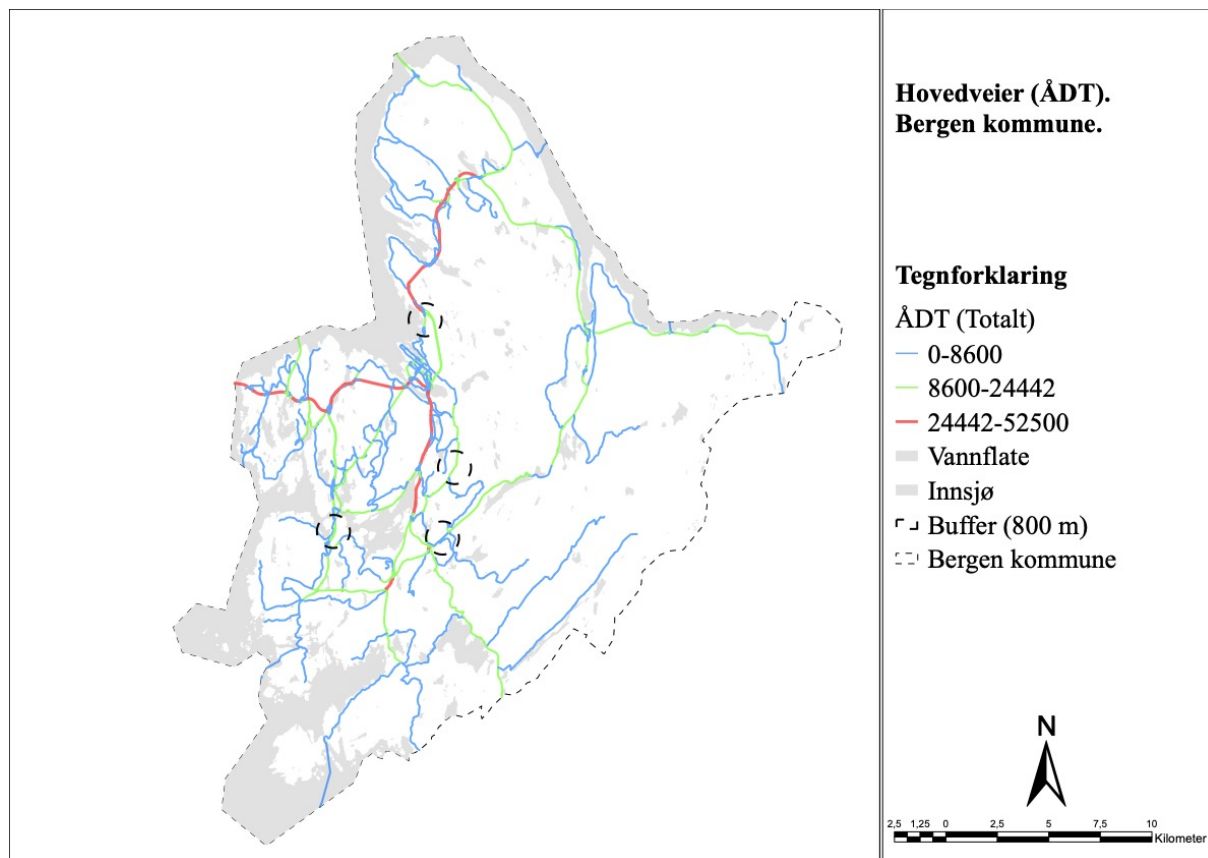
Figur 44: Integrasjon, kombinert global og lokal metrisk radius (5000 & 500 m).

Vinkelavviket (NACH kombinert) viser å være sterkt knyttet til hovedferdselsårene inn mot sentrum og gjør seg gjeldene for blant annet Fjøsangerveien, Straumeveien og Fritz C. Riebers vei med den parallelle sykkelveien langs paradisstranden. En vesentlig forskjell knyttet til integrasjonen og vinkelavviket gjør seg gjeldende i sentrumsområdet hvor økende grad av kryss øker kompleksiteten av veinettet (Figur 45).



Figur 45: Vinkelavvik, kombinert global & lokal metrisk radius (5000 og 500 m).

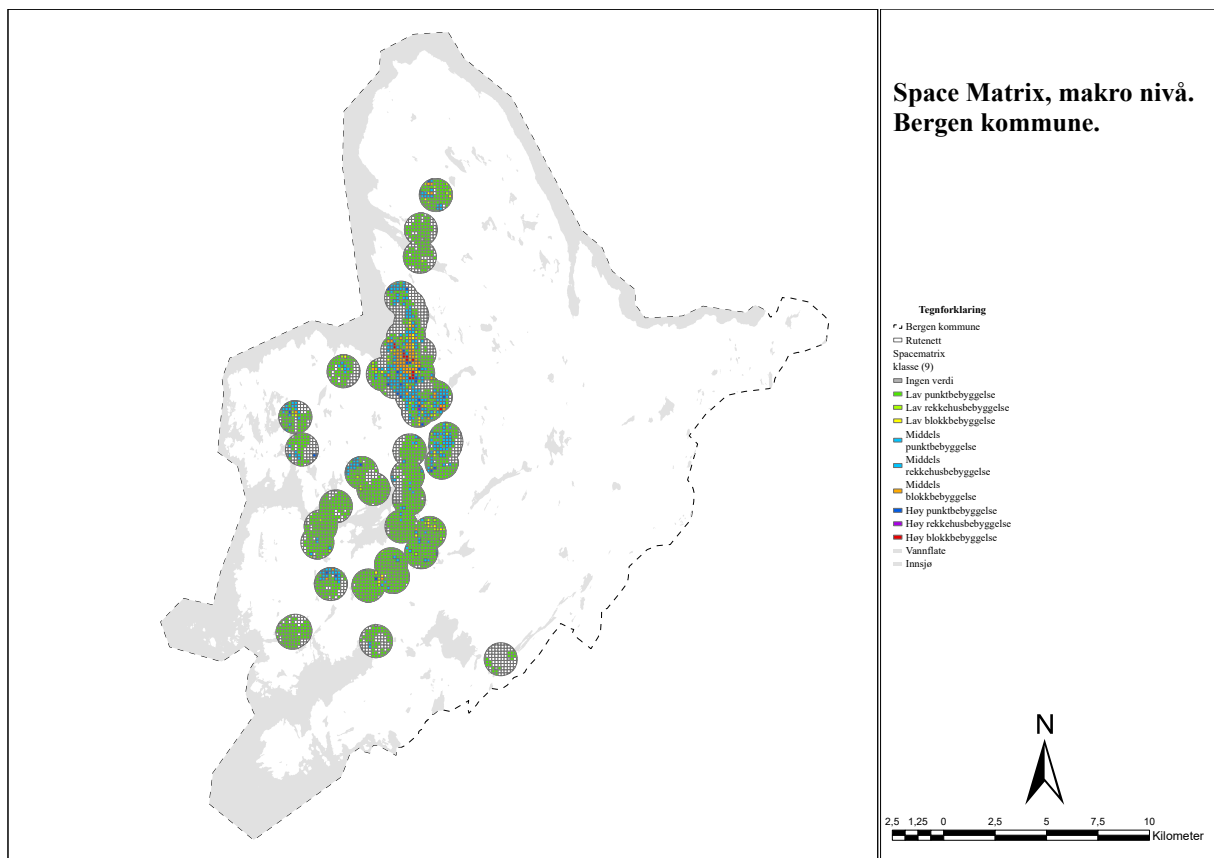
Veinettets geometriske utforming og relasjon viser å kunne videre uttrykkes gjennom trafikkvolum (ÅDT). I forhold til kartet (Figur 46) viser de mest integrerte veinettet gjennom hovedferdselsårene, også å være den delen av veinettet med størst Årsdøgntrafikk. Sett opp mot de utvalgte lokalitetene viser de fleste å være i tilknytning til hovedferdselsårer (Figur 62).



Figur 46: ÅDT, hovedveinettet over Bergen kommune.

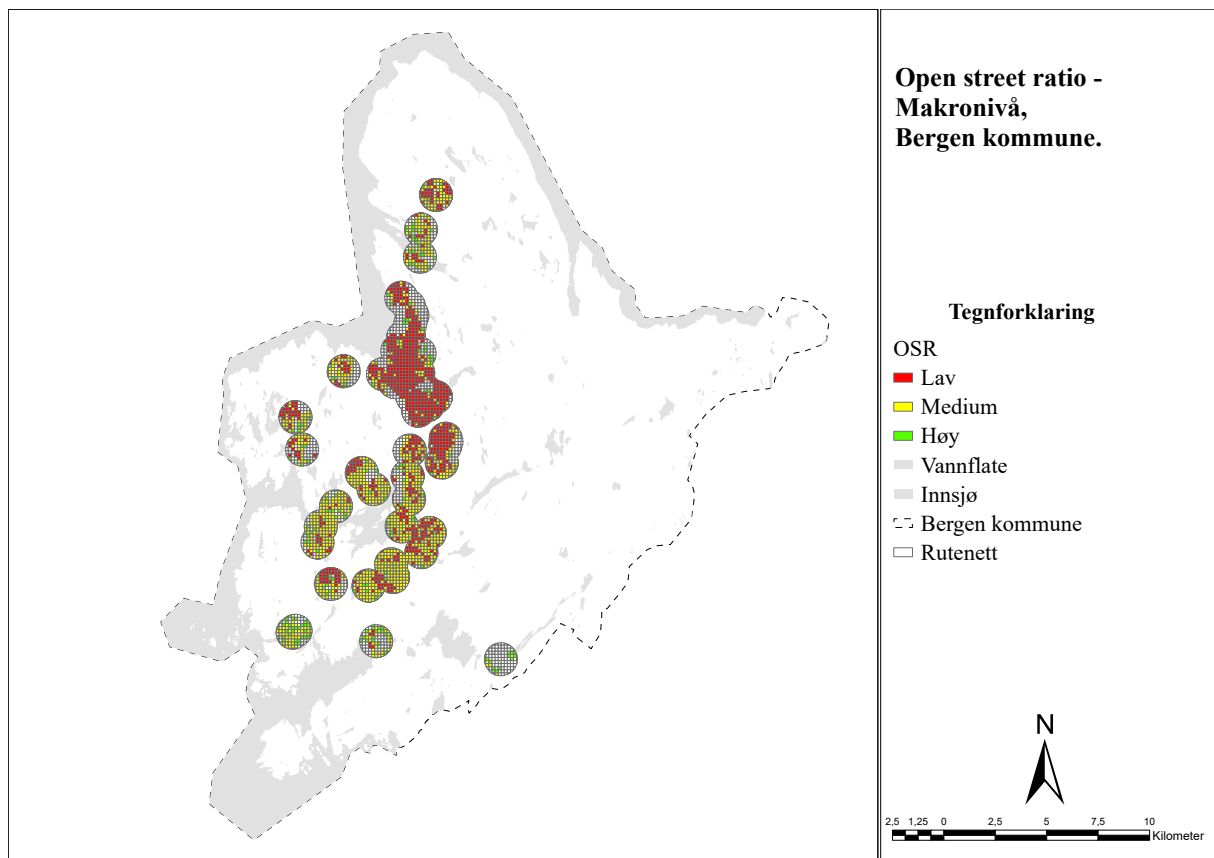
5.7.2 Space matrix

Karaktertrekkene knyttet til det bebygde miljøet kan ses i sammenheng med bygningstettheten og intensiteten, hvor karakteristikkene viser å gjøre seg avhengig av bydelene og sentrumsområdene. Ut fra de kartlagte ulykkene og nestenulykkene (Figur 47) viser de fleste områdene utenfor sentrum å bære preg av lav punktbebyggelse til lav rekkehusbebyggelse. Ved Nattlandsveien viser middels rekkehusbebyggelse og høy punktbebyggelse å gjøre seg gjeldende. I de sentrale sentrumsområdene viser de fleste områdene å være karakterisert av middels til høy blokkbebyggelse. I ytterkantene av sentrumsområdet viser punktbebyggelse å være den dominerende bygningstypen.



Figur 47: Space matrix, ulykker og nestenulykker.

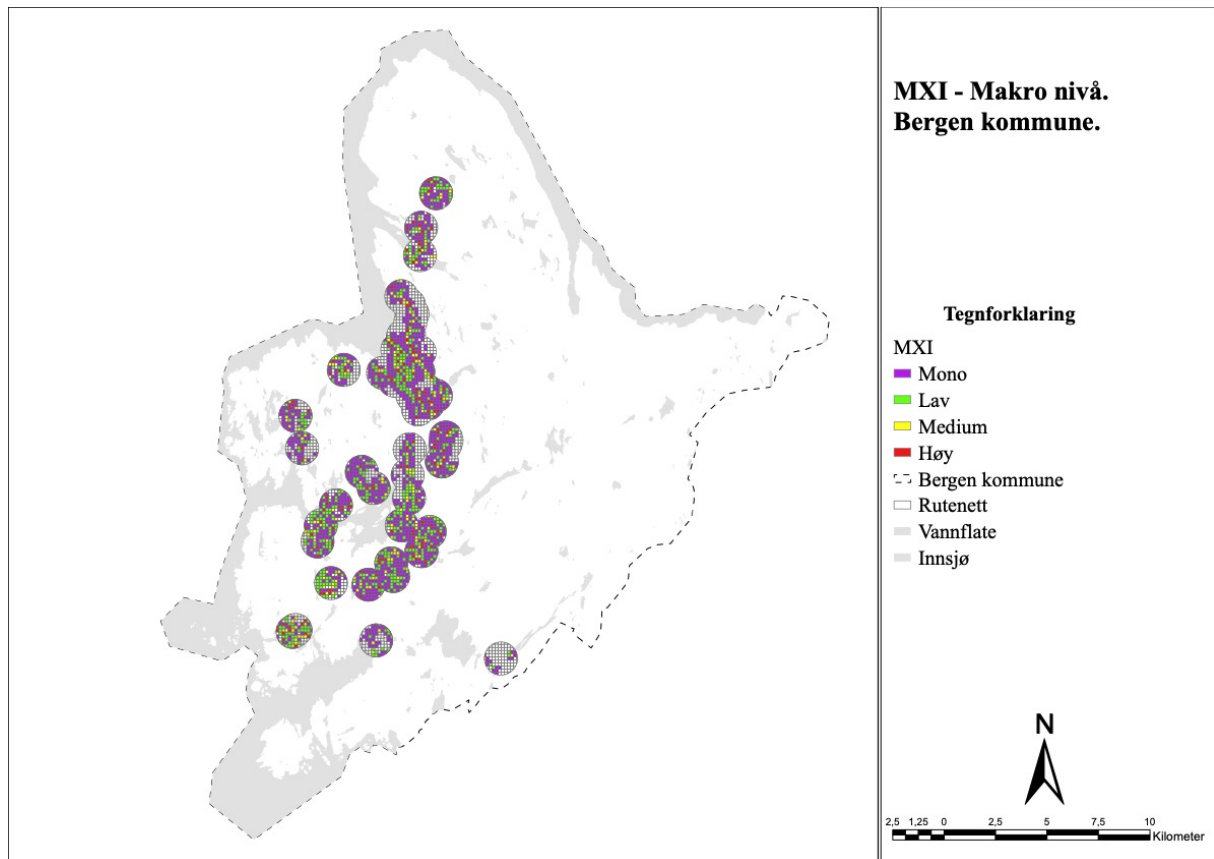
Arealknappheten knyttet til det bebygde miljøet viser til å kunne bli uttrykt gjennom OSR. Økt press knyttet til åpne arealer i sentrumsområdene vil kunne gi ringvirkninger i forhold til siktlinjer og befolkningstilstrømning i gatene. Sett opp mot trafikkulykkene og nestenulykkene viser Figur 48 et mønster hvor arealknappheten er størst i sentrumsområdene representert gjennom Sandviken i nord til Fjøsanger og Nattlandsveien i sør. De aller fleste nestenulykkene og trafikkulykkene som følger hovedveinettet viser til å ha høy til medium grad av arealknapphet. Hjellestad som kommer frem i sørvest, viser imidlertid å være karakterisert av større tomme arealer uten bebyggelse og lav til medium grad av arealknapphet.



Figur 48: OSR, ulykker og nestenulykker.

5.7.3 Funksjonsblanding (MXI)

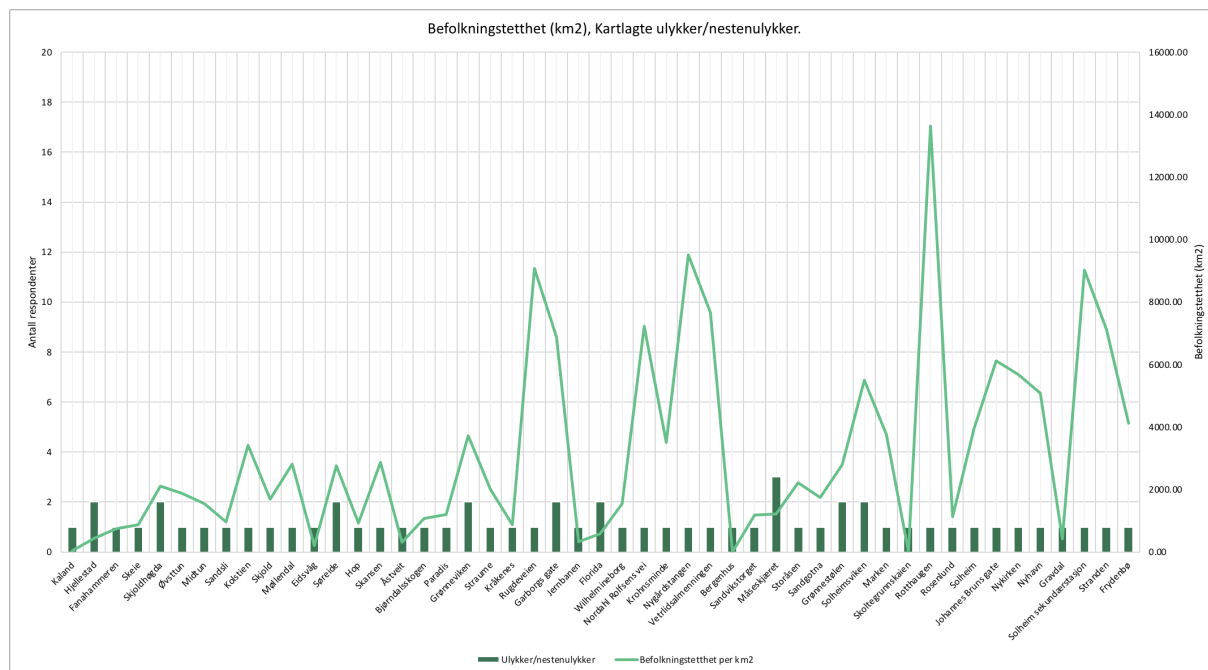
Grad av funksjonsblanding i det bebygde miljøet og de kartlagte trafikkulykkene og nestenulykkene viser lav til medium funksjonsblanding i de sentrale delene av sentrum. Kun i de enkelte rutene langs sentrum viser grad av funksjonsblanding å være høy sett opp mot Figur 49.



Figur 49: MXI, ulykker og nestenulykker.

5.7.4 Befolkningstetthet

Befolkningstetthet knyttet til det bebygde miljøet viser ifølge litteraturen å kunne få betydning for økt risiko når det kommer til trafikkulykker. Sett i forhold til diagrammet (Figur 50) viser befolkningstettheten å være størst i de sentrale delene av Bergen gjennom Nygårdstangen, Råtthaugen og Solheim sekundærstasjon. Basert på trafikkulykker og nestenulykker viser Måseskjæret å være den grunnkretsen med størst risiko knyttet til ulykker, på tross av den lave befolkningstetthete (2000 personer per km²).



Figur 50: Befolkningstetthet (km²), ulykker og nestenuylykker.

5.8 Case-studie

5.8.1 Utvalgte lokaliteter

I dette delkapittelet vil det bli gjennomgått en kort beskrivelse av de utvalgte lokalitetene: Gjensidigekrysset, Nattlandsveien, Midtunheia og Søreidsgrenda. Det vil videre bli redegjort for de urbane analysemetodene på lokalnivå i forhold til de utvalgte lokalitetene.

5.8.1.1 Gjensidigekrysset



Figur 51: Bilde, Gjensidigekrysset. Hentet fra google maps.

Gjensidigekrysset kommer frem i spørreundersøkelsen som et av de mest fremtredende områdene knyttet til trafikkulykker, nestenulykke og opplevde utrygge områder. Krysset er lokalisert ved Sandviksveien som kommer frem som en av hovedfartsårene til sentrum i sør. Gjensidigekrysset er karakterisert med sykkelvei parallelt med fylkesvei 577 hvor utfordrende siktlinjer, høye trafikkvolumer, bussholdeplasser og topografi gjør det til et utfordrende område for samhandling sett i forhold til øvrige trafikanter.

Øvrige kjennetegn trafikkulykke

- Sportssyklist
- Sykler mer enn 4 ganger i uken
- Landeveissykkel
- Bil
- Kollisjon med kjøretøy som svingte til høyre for deg
- Moderat
- Overskyet

5.8.1.2 Nattlandsveien



Figur 52: Bilde, Nattlandsveien (fylkesvei 585). Hentet fra google maps.

Nattlandsveien er en annen lokalitet hvor det er rapportert flere nestenulykker og trafikkulykker på strekningen. Det utfordrende veistrekket strekker seg fra Birkelundstoppen i sør til Landåstorget i nord. Området karakteriseres med bratt topografi, uoversiktlige kryss, busstopp og fotgjengerfelt som kommer frem av Figur 52. Smal sykkelvei følger hovedveien i begge retninger parallelt med opphøyde langs trassen.

Øvrige kjennetegn trafikkulykker

- Sportssyklist
- Sykler 2-4 ganger i uken
- Landeveissykkel
- Bil
- Kollisjon i veikryss
- Alvorlig (legevakt)
- Sol

5.8.1.3 Midtunheia krysset



Figur 53 :Illustrasjon, T-krysset ved Midtunheia. Hentet fra google maps.

Krysset hvor Midtunheia møter Hardangerveien er en annen lokalitet utenfor bykjernen hvor det er registrert trafikkulykke som kommer frem av spørreundersøkelsen. Krysset er lokalisert ved bydelen Midtun hvor fylkesvei 587 (Hardangerveien) er en av hovedfartsårene som binder sammen bydelene Arna i nord og Nesttun i sør. Områdets karakteriseres gjennom dårlige siktlinjer, busstopp, trangt fortau parallelt med veien i venstre siden av veien (Figur 53).

Øvrige kjennetegn trafikkulykke.

- Sportssyklist
- Sykler mer enn 4 ganger i uken
- Landeveissykkel
- Bil
- Kollisjon med kjøretøy som svingte til høyre for deg.
- Svært alvorlig (sykehusinnleggelse)
- Sol

5.8.1.4 Søreidsgrenda



Figur 54: Illustrasjon, Rundkjøringen ved Søreidsgrenda. Hentet fra google maps.

Rundkjøringen ved Søreidsgrenda kommer frem som et viktig bindeledd mellom Steinsvikveien i øst og riksvei 556 som binder Søreidsgrenda med Dolviken i sør. Lokaliteten kjennetegnes ved dårlig siktlinjer, busstopp, trangt fortau og utfordrende helning sett opp mot rundkjøringen sett mot sør (Figur 54).

Øvrige kjennetegn trafikkulykke

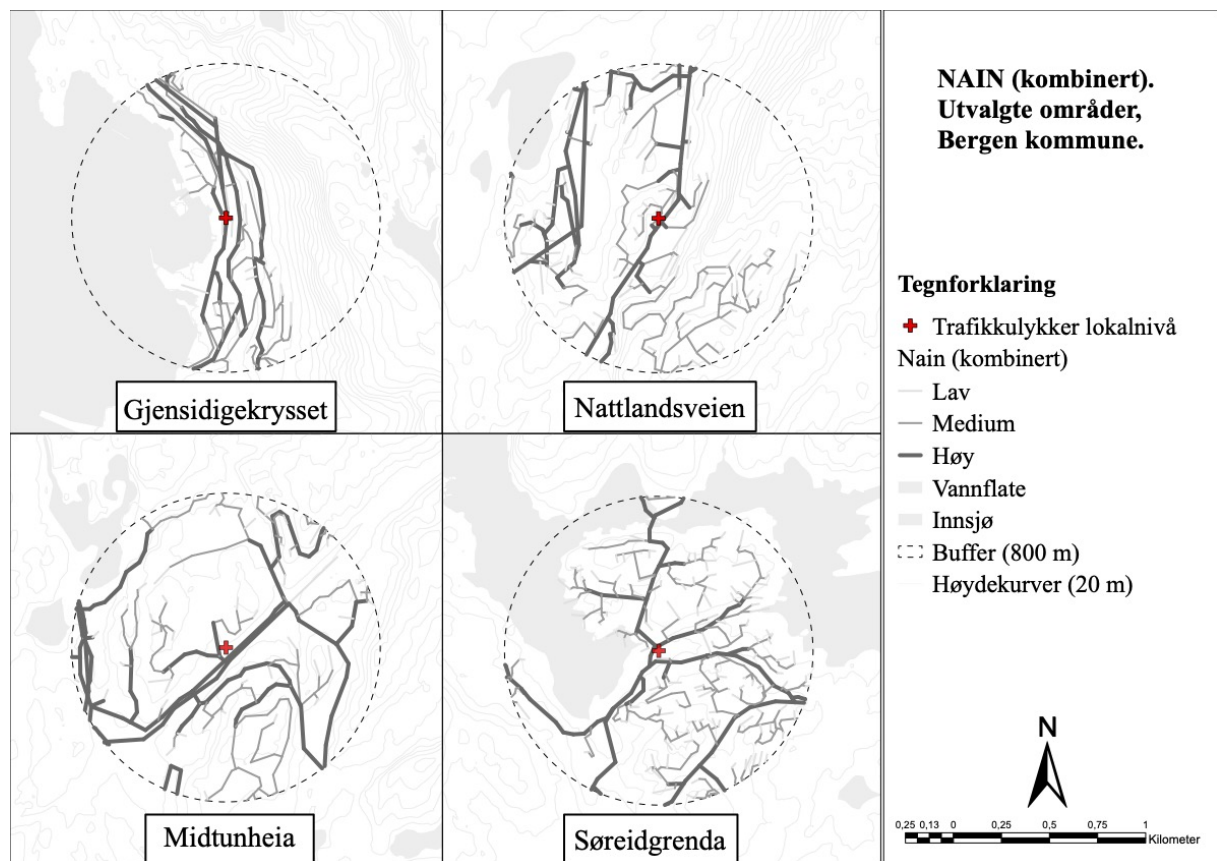
- Pendler
- Sykler 2-4 ganger i uken
- Landeveissykkel
- Eneulykke kun deg
- Glatt veibane
- Moderat
- Regn

5.8.2 Analyse av case-studie

I dette delkapitlet vil det bli redegjort for de sentrale analysene sett på lokalnivå i forhold til case-studie knyttet til lokalitetene: Gjensidigekrysset, Nattlandsveien, Midtunheia og Søreidgrenda.

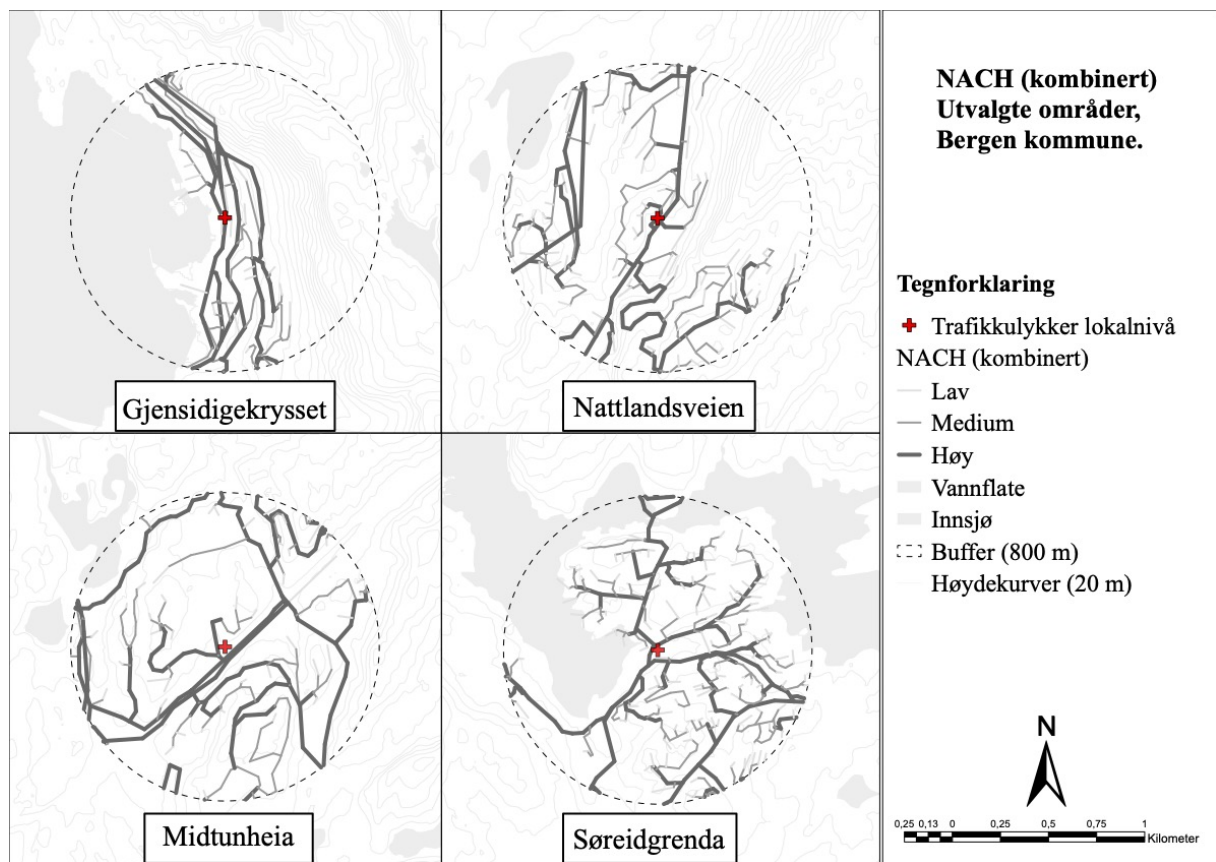
5.8.2.1 Space syntax

I forhold til de fire utvalgte lokalitetene viser grad av integrasjon (NAIN kombinert) å ha sammenfallende verdier når det kommer til grad av integrasjon (Figur 55) sett opp mot veinettet.



Figur 55: Integrasjon (NAIN kombinert), utvalgte lokaliteter.

Vinkelavviket knyttet til det de utvalgte lokalitetene viser tilnærmet å ha samme verdier. Ut fra Figur 56 viser ulykkene å komme frem på strekninger som har stort potensial for gjennomstrømning sett opp mot syklister.

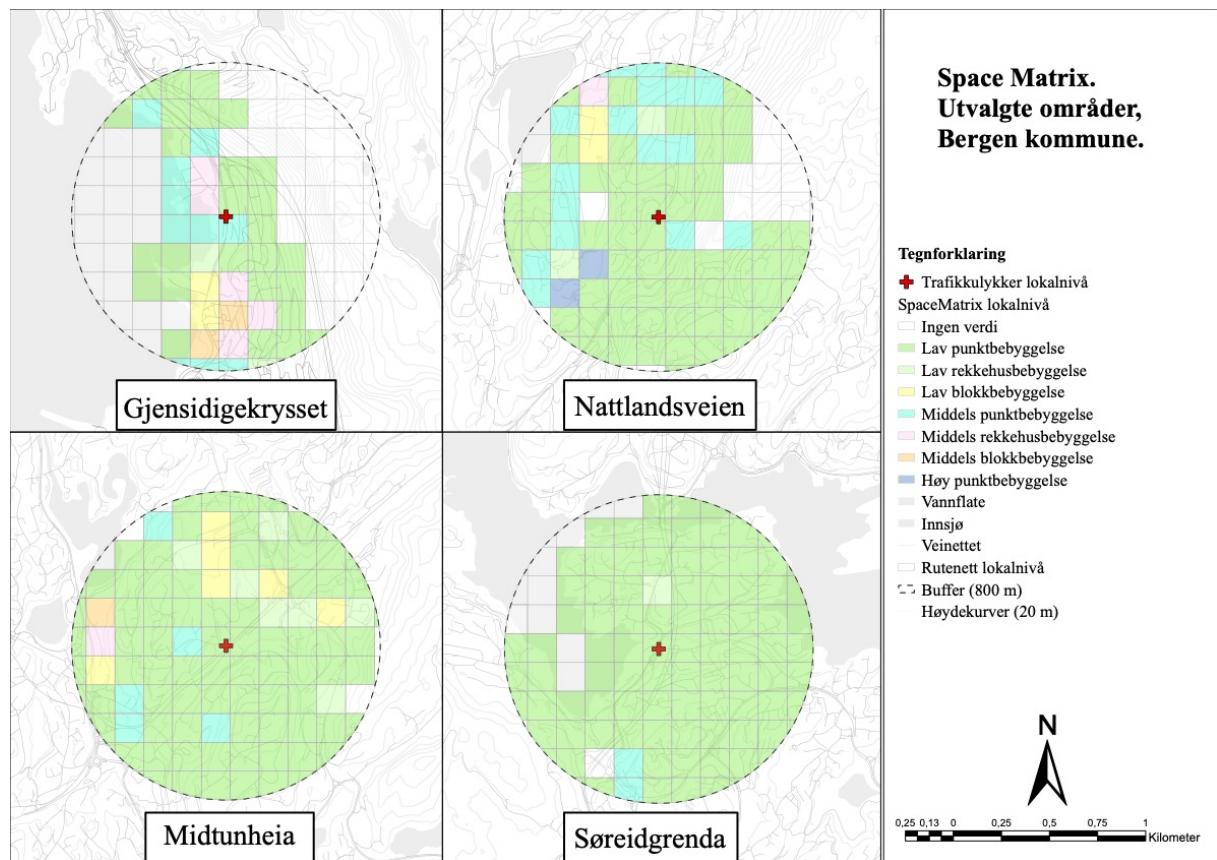


Figur 56: Vinkelavvik (NACH kombinert), utvalgte lokaliteter.

5.8.2.2 Space matrix

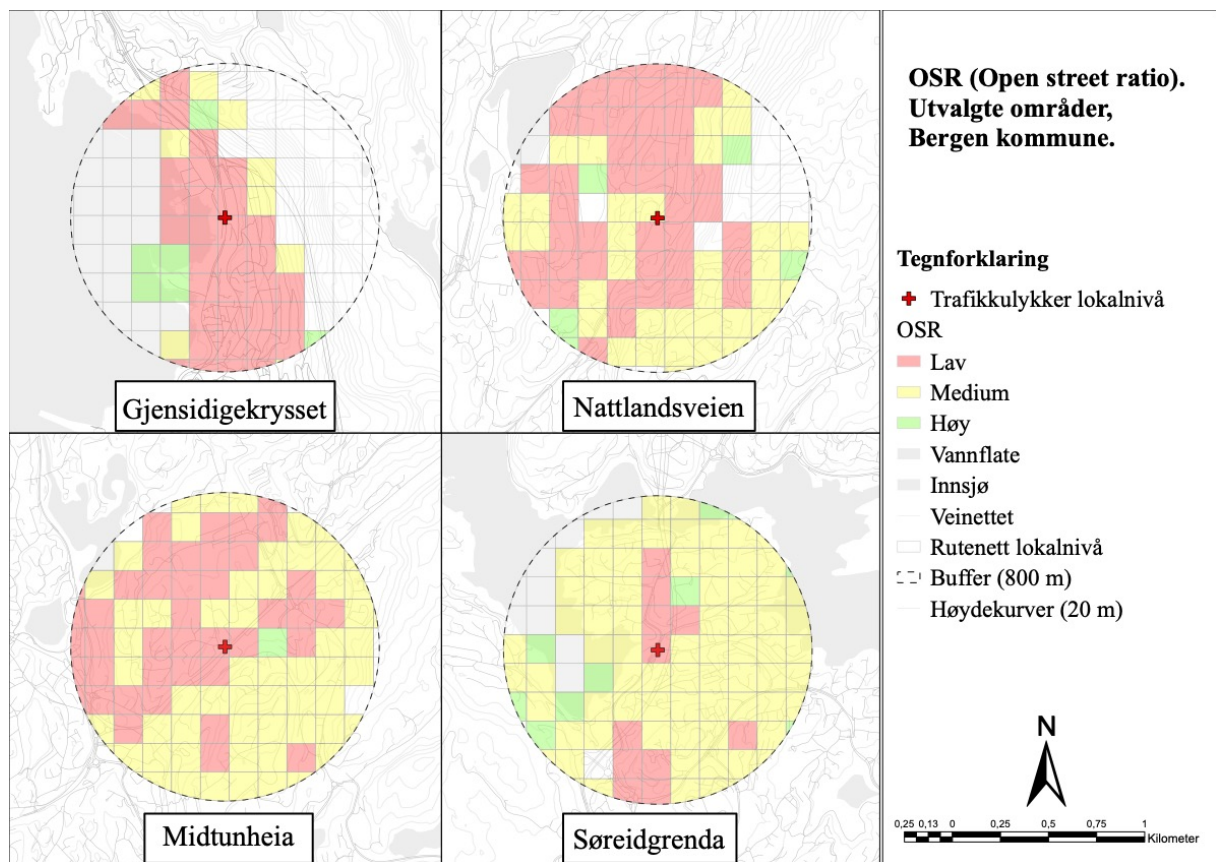
Utformingen av det bebygde miljøet sett opp mot bygningsmorfologien viser til å danne rammeverket for det åpne rommet og sette vilkårene for siktlinjer og befolkningstrykket i den angivelige gaten som undersøkes. I forhold til de utvalgte lokalitetene av Figur 57 viser de ulike lokalitetene å ha ulike signaturtrekk knyttet til bygningsformen. Ved Gjensidigekrysset viser middels punktbebyggelse og middels rekkehusbebyggelse å være toneangivende i forhold til ulykkespunktet. Ved Nattlandsveien viser de sentrale områdene i krysset ved Kolstien å være preget av lav til middels punktbebyggelse. Ved Midtunheia viser bygningstypologien i hovedsak å bestå av lav til middels punktbebyggelse. Ved Søreide

kommer frem er det uniform trend knyttet til lav punktbebyggelse med innspill av lav rekkehusbebyggelse og middels punktbebyggelse sør for ulykkespunktet.



Figur 57: Space matrix, utvalgte lokaliteter.

Forholdet mellom det bebygde arealet og åpne områder kan uttrykkes gjennom forholdstallet OSR. I forhold til de utvalgte lokalitetene viser alle trafikkulykkene å komme frem i områder hvor det er høyt press i forhold til åpne rom i det bebygde miljøet (Figur 58). Arealpresset knyttet til lokaliteten ved Gjensidigekrysset viser til at arealpresset er sterkest langs Sandviksveien og ulykkesstedet. Ved Natlandsveien viser presset å være størst langs hovedtrassen, men med noe mer åpne byrom like vest for ulykkesstedet ved Kollstien. Samme tendens kan ses ved Midtunheia hvor ulykkesstedet gjenkjennes ved lav grad av åpne byrom. Ved Søreidgrenda kommer det frem større kontraster mellom mer åpne byrom i sør og mer konsentrert arealpress ved ulykkesstedet. Nord for ulykken er dette representert gjennom Kiwi Søreide og Extra Søreide.

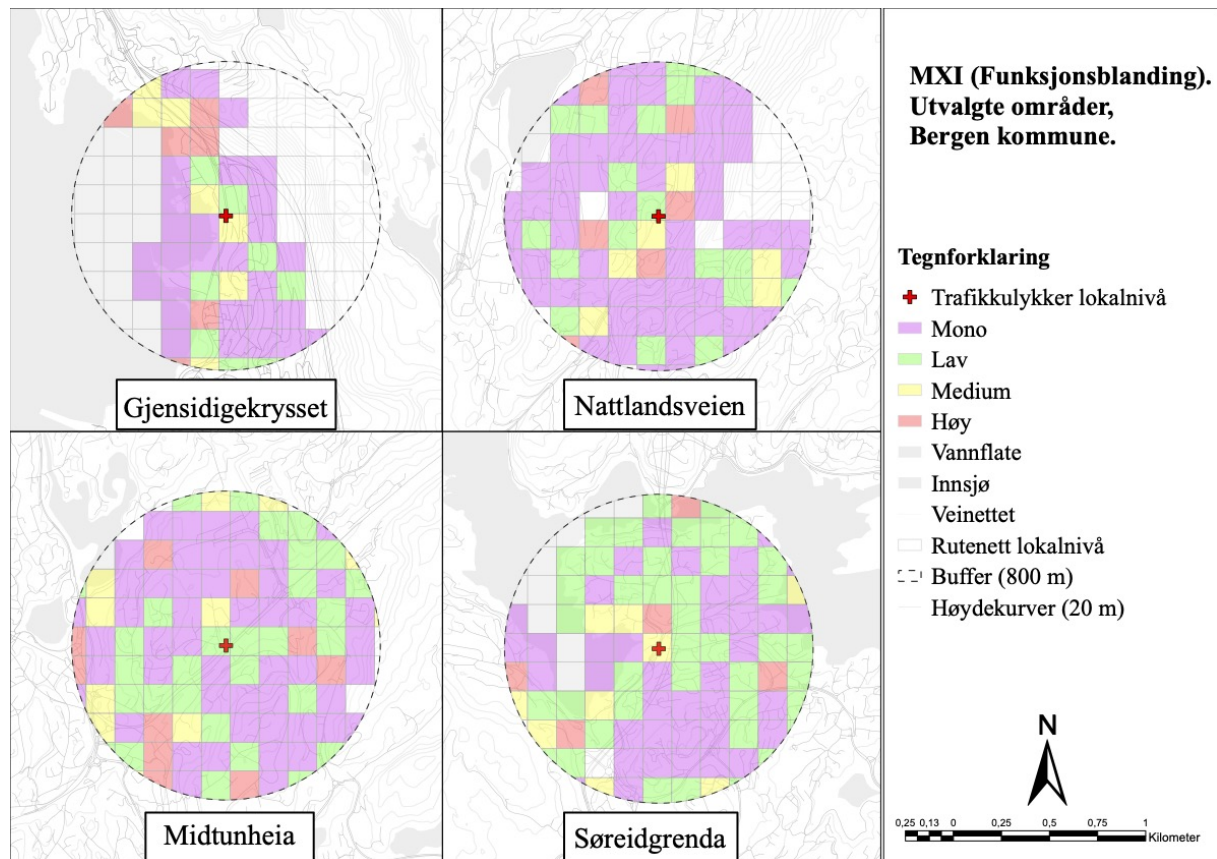


Figur 58: OSR, utvalgte lokaliteter.

5.8.2.3 Funksjonsblanding (MXI)

Grad av funksjonsblanding kan fortelle noe om bevegelsesmønsteret i det bebygde miljøet. Høy grad av bifunksjonelle områder vil kunne være gjenstand for mer trafikk enn hva som forekommer i de monofunksjonelle områdene. Ifølge Figur 59 viser Gjensidigekrysset å være et område hvor det er medium til lav grad av funksjonsblanding i tilknytning til vektingen mellom boliger og andre formål. Ved Natlandsveien viser funksjonsblandingen å være noe større hvor lav, medium, høy og monofunksjonelle områder omkranser ulykkespunktet. Ved Midtun viser imidlertid de sentrale områdene rundt ulykkesstedet å ha lav grad av funksjonsblanding. Ved Søreidgrenda er funksjonsblandingen svært høy like nord for ulykkesstedet.

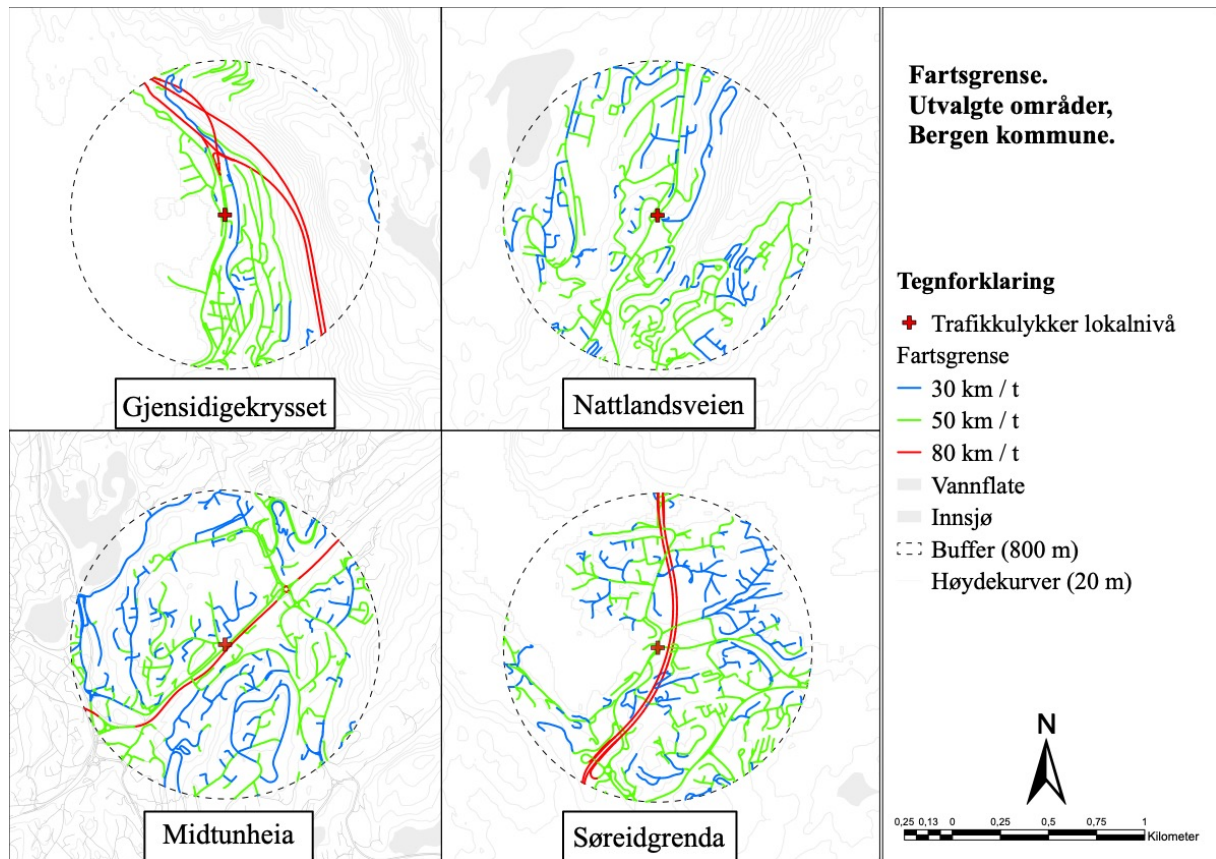
Det er vanskelig å kunne se noen sammenhenger knyttet til MXI, men med høyere oppløselige data vil det kanskje være mulig å se en sammenheng sett opp mot de øvrige analysene som Space matrix og Space syntax.



Figur 59: MXI, utvalgte lokaliteter.

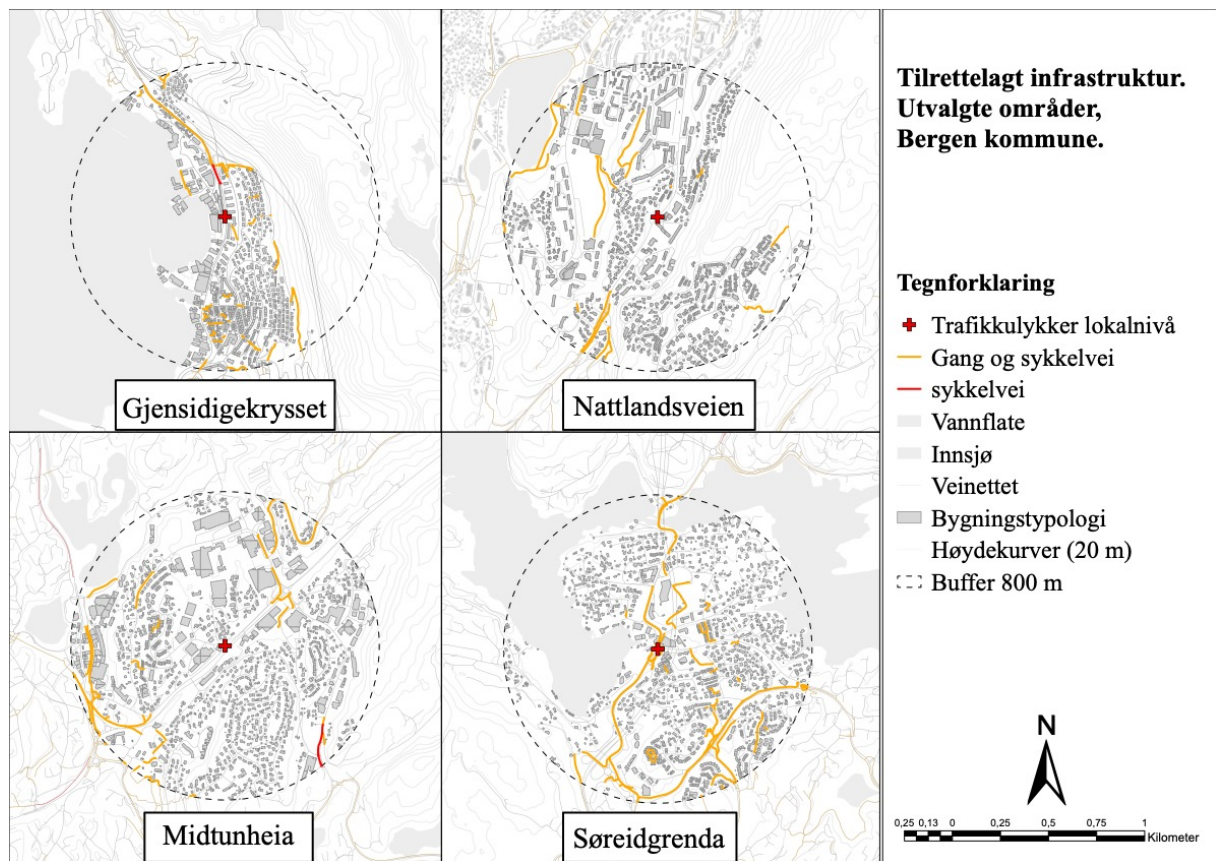
5.8.2.4 Trafikkforhold

Foruten om bygningsmorfologien og de geometriske egenskapene knyttet til veinettet viser fart å kunne ha betydning for risiko og alvorlighetsgrad sett opp mot trafikkulykker. Ifølge Figur 60 viser det å være sammenfallende fartsgrenser ved alle de fire utvalgte lokalitetene med 50 km /t som øvrig grense.



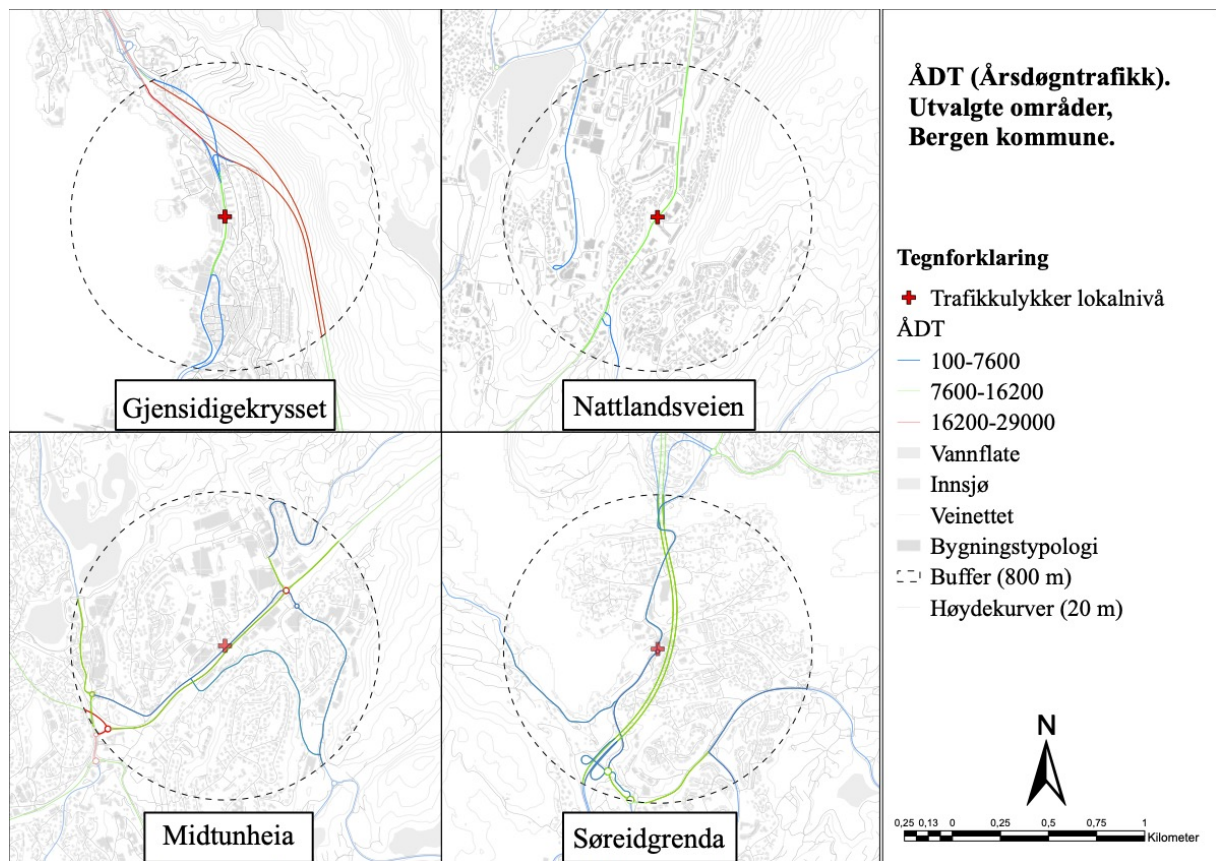
Figur 60: Fartsgrense, utvalgte lokaliteter.

Å kunne skape trygge rammer for syklende og gående er knyttet til god tilrettelagt infrastruktur hvor tyngre trafikanter er dedikert til eget veinett. Ifølge Figur 61 som viser det tilgjengelige datasettet for gang- og sykkelvei og egne sykkelveier vises denne type infrastruktur å være svært fragmentert og mangelvare ut fra det tilgjengelige datasettet.



Figur 61: Tilrettelagt infrastruktur, utvalgte lokaliteter.

Integrasjonen og vinkelavviket knyttet til Space syntax samvarierer godt med trafikkmengden (ÅDT). Ifølge Figur 62 viser Natlandsveien og Gjensidigekrysset og kommer frem med høyest ÅDT verdier. Midtunheia og Søreidgrenda viser å ha noe lavere verdier.



Figur 62: ÅDT, utvalgte lokaliteter.

6 Konklusjon

Å gjøre Bergen til en sykkelvennlig by har vist gjennom forskningen å starte med gode politiske insentiver som gjør det enklere for folk flest å anvende sykkel fremfor bilen. Nøkkelen for økt sykkelandel og trygghet ligger i god planlegging for sammenhengende og godt vedlikeholdt sykkelnettverk (Lowry et al., 2012; Pucher & Buehler, 2008; Vandenbulcke et al., 2014). I denne masteroppgaven er hovedfokuset lagt på å besvare følgende problemstillinger:

- iii. **Hva er oppfatningene knyttet til sikkerhet for syklister som har opplevd ulykker eller nestenulykker i Bergen.**
- iv. **Hva er de korresponderende rommelige forholdene for denne type ulykker og nestenulykker.**

Trygghetsfølelsen i forhold til ulykker og nestenulykker er lite belyst i litteraturen (Cho et al., 2009; Parkin et al., 2007; von Stülpnagel & Lucas, 2020). Kunnskap om hvilke områder som oppleves som utrygge sett fra en syklist sitt perspektiv, vil være svært verdifullt for beslutningstakere, byplanleggere og politikere. I denne studien viser oppfatningene knyttet til trygghet å kunne oppsummeres gjennom følgende punkter:

- Usammenhengende sykkelveier oppleves som en stor faktor for utrygghet.
- Mangelfull sykkelkultur gjør at syklister føler seg utrygge i Bergen.
- Områdene som er klassifisert som utrygge, fremgår også som områder hvor det forekommer ulykker og nestenulykker.

De korresponderende rommelige forholdene viser å ha liten dekningsgrad i litteraturen (Pai, 2011; Vandenbulcke et al., 2009; Vandenbulcke et al., 2014; Yan et al., 2011). Denne studien har konsentrert seg om nettverksstrukturen, bygningsmorfologien, funksjonsblandingen og befolkningstettheten. Resultatene er representert gjennom å analysere normalisert integrasjon (NAIN) og normalisert angular Choice (NACH), Bygningstetthet, form og åpenhet (FSI, GSI og OSR), Funksjonsblanding (MXI) og befolkningstetthet (km^2). Resultatene viser at konsentrasjonen av ulykker og nestenulykker (Figur 35) er lokalisert i sentrumsområdene hvor følgende rommelige kriterier gjør seg gjeldende:

- Høy grad integrasjon («To movement potential»)
- Lav grad av vinkelavvik («Through movement potential»)
- Store trafikkvolumer (ÅDT)
- Liten grad av åpne byrom (OSR)
- Middels til høy grad av blokkbebyggelse og rekkehusbebyggelse.
- Høy grad av bifunksjonalitet (arbeidsplasser, fasiliteter og boliger)
- Fragmentert sykkelnettverk og stor variasjon i befolkningstetthet (km²)

Baert på denne studien viser problemområdene å gjøre seg gjeldene av sentrumsområdene.

Tilrettelegging for sammenhengende sykkelinfrastruktur i sentrumsområdene er en nøkkelfaktor for å oppnå Bergen kommunes sykkelstrategi med 10 % sykkelandel innen 2030.

Denne studien har vist at største del av ulykker skjer med bil som motpart. Et bilfritt sentrum vil derfor ifølge denne studien kunne redusere antall sykkelrelaterte ulykker.

7 Diskusjon

Å gjøre sykling til en attraktiv transportform har vist gjennom forskningen å være forankret i gode politiske insentiver (Pucher & Buehler, 2008). Tilrettelegging for et sammenhengende og godt integrert sykkelnettverk er et sentralt punkt for å skape trygge rammer for syklister i alle aldre og med dette bidra til en fremvoksende sykkelkultur gjennom økt sykkelandel. Dette kapittelet vil diskutere de sentrale resultatene opp mot det teoretiske og politiske rammeverket.

7.1 Trygghetsfølelsen

Utrygghet viser å være en av hovedfaktorene for at de fleste Bergensere velger å la sykkelen stå. En av hovedutfordringene gjør seg avhengig av den usammenhengende sykkelinfrastrukturen, spesielt i tilknytning til sentrumsområdene (Norconsult, 2019). Den generelle trenden i denne studien viser en todelt oppfatning av trygghet (Figur 27). En mulig forklaring kan ses i sammenheng med respondentenes ferdigheter (Figur 31), erfaringer (Figur 32 & Figur 33) og risikoprofil (Figur 34). Et argument som taler for økt grad av trygghet kan ses i sammenheng med sportssyklister. En mulig forklaring kan være at denne type syklister anvender veibanen i større grad enn pendlerne. Hong et al. (2020) underbygger dette argumentet og viser til at de mer erfarne syklistene anvender veibanen i større grad og er mindre sensitive for værforhold enn de mindre erfarne syklistene.

En årsak kan knyttes til trafikkforhold. I undersøkelsen viser det å være en bred enighet rundt trafikkdempende tiltak og grad av opplevd trygghet (Figur 29). Dette viser videre å være forankret i litteraturen hvor implementering av trafikkdempende tiltak har vist å gi økt grad av trygghet og sikkerhet blant syklister (Vandenbulcke et al., 2009).

Høye (2015) viser at blandet trafikk ofte oppleves som tryggere, hvor fremkommeligheten er større og konfliktpotensialet er mindre sett opp mot kryss, innkjørsler, fotgjengere og øvrige bilister. På tross av dette viser hele 79,6 % av respondentene å trekke frem sammenhengende sykkelvei som et sentralt kriterium for trygghet. Krizek and Roland (2005) støtter dette ved å

trekke frem at sykkelanlegg som fremgår som usammenhengende, spesielt i tilknytning til kryss eller parkeringsplass, skaper økt grad av utrygghet hos sykkelistene.

Opplevd trygghet og sikkerhet viser ifølge denne studien å ha påfallende likhetstrekk. De utrygge områdene (Figur 22) viser også å være områder for ulykker og nestenulykker (Figur 20 & Figur 21). von Stülpnagel and Lucas (2020) underbygger dette, men understreker også at det fremgår store forskjeller mellom opplevd trygghet og sikkerhet. For å kunne se noen videre sammenheng vil det måtte gjøres videre forskning på området. Å få kunnskap om de utrygge områdene vil være et viktig bidrag for skape attraktive og trygge byrom gjennom tilrettelagt infrastruktur.

7.2 De sosiodemografiske forholdene

7.2.1 Kjønnssammensetningen

Den subjektive oppfattelsen av utrygghet kan ses i sammenheng med kjønn. I undersøkelsen (Figur 17) viser utvalget å være sterkest representert av menn. Et interessant funn i denne sammenhengen er konsentrasjon av ulykker og nestenulykker vektet mot kjønn (Figur 36). Lokaliseringen av ulykker og nestenulykker viser å være sterkest representert blant kvinner fra Sandviksveien i nord til Fjøsangerveien i sør. I følge forskningen viser kvinner å ha høyere terskel for å sykle, hvor opplevd utrygghet blir trukket frem som et hovedargument for at kvinner forserer kortere penderavstander enn menn (Dickinson et al., 2003; Garrard et al., 2008; Pucher & Buehler, 2008).

7.2.2 Alderssammensetningen

Risikoforståelse, erfaringer og trygghetsfølelse viser videre å kunne ses i sammenheng med alder. Undersøkelsen viser aldersspennet hvor de mest fremtreende aldersgruppene fremgår mellom 41-50 og 51-60 (Figur 18). Sett opp mot lokaliseringen av ulykker og nestenulykker (Figur 37) viser de mest trafikkerte områdene ved Fjøsangerveien, Nattlandsveien, Sandviksveien og de sentrale delene ved sentrum å være fremtredende. Et argument som taler for økt risiko kan knyttes opp mot redusert reaksjonstid og oppfattelse av det bebygde miljøet

(Kim et al., 2007). På den andre siden viser erfaringer og ferdigheter å kunne redusere risikoen. Å ha forståelse for trafikkreglene og de øvrige trafikantene, viser ifølge litteraturen å kunne redusere risikoen for ulykker og nestenulykker (Pucher & Buehler, 2008).

7.2.3 Tilpasningsdyktighet og risikoadferd

Grad av tilpasning og vurdering av risiko er en annen faktor som spiller inn for ulykker og nestenulykker. Sett opp mot undersøkelsen (Figur 34) viser de fleste respondentene å tilpasse seg omgivelsene gjennom å overholde trafikkregler, søke blikkontakt og har et bevisst forhold til blindsonen sett opp mot øvrige trafikanter. Lokaliseringen av ulykker og nestenulykker viser ut fra dette kriteriet (Figur 40), å trekke frem innfartsårene som en av de mest utfordrende områdene. Dette kan tolkes i retning av at det er de eksterne faktorer rundt trafikkforhold og mangel på tilpasset infrastruktur, som får betydning for risikoen for ulykker ved disse lokalitetene. I forhold til litteraturen viser tilrettelagt og oversiktelige sykkelanlegg å være en av nøkkelfaktorene for økt trygghetsfølelse og sikkerhet blant syklister (Vandenbulcke et al., 2009). Elvik and Bjørnskau (2017) går videre i argumentasjonsrekken og trekker frem økt samhandling og læringseffekt som et sentralt element for «The safety in numbers effect». Økt sikkerhet og trygghetsfølelse viser med andre ord å gjøre seg avhengig av gode politiske insentiver som setter rammene for å gjøre sykkel som en attraktiv transportform. I det neste avsnittet vil sykkelkultur som et sentralt element bli diskutert opp mot litteraturen.

7.2.4 Sykkelkultur og holdninger

Å tilrettelegge for en god sykkelkultur viser ifølge litteraturen å starte med gode politiske insentiver som fremmer sykkel som transportform (Gössling, 2013; Pucher & Buehler, 2008; Vandenbulcke et al., 2009). Å skape en god sykkelkultur handler om å få startet en holdningsendring blant befolkningen, hvor tilgjengelighet, trygghet og forståelse er sentrale faktorer. Sett opp mot trygghetsaspektet trekker respondentene frem sykkelkultur som et sentralt punkt for trygghet i undersøkelsen (Figur 19). Å skape trygge rammer gjennom

tilstrekkelig opplæring og forståelse i trafikkbilde mellom trafikantene, har vist i litteraturen å kunne skape positive tilbakekoblingsmekanismer (Figur 63).



Figur 63: Konseptskisse, de positive tilbakekoblingsmekanismene.

Økt samhandling gjennom «*the safety in numbers effect*» viser å være en av de sentrale bærebjelkene for å gjøre det attraktivt å sykle. For å sette hjulet i gang må det politisk velvilje til hvor trygghet og tilgjengelighet gjennom et sammenhengende og godt vedlikeholdt sykkelnettverk blir trukket frem som viktige steg mot å øke sykkelandelen (Elvik & Bjørnskau, 2017; Pucher & Buehler, 2008).

7.3 De rommelige forholdene

De rommelige forholdene sett opp mot ulykker og nestenulykker viser å ha liten dekningsgrad i litteraturen (Pai, 2011; Vandenbulcke et al., 2009; Vandenbulcke et al., 2014; Yan et al., 2011). Fokuset for denne studien har vært å se på de rommelige karaktertrekkene i lys av nettverksstrukturen (Space syntax), bygningsmorfologien (Space matrix), funksjonsblandingen (MXI) og befolkningstettheten sett opp mot ulykker og nestenulykker. I det følgende delkapittelet vil de urbane analysene bli drøftet opp mot det teoretiske bidraget sett opp mot anvendelighet for kvalitetssikring av design.

7.3.1 Space syntax

Å tilrettelegge for god sykkelinfrastruktur har bred dekning i litteraturen for å øke sykkelandelen og få til en bærekraftig utvikling mot en mer sykkelvennelig by (Hong et al., 2020; Vandenbulcke et al., 2009; von Stülpnagel & Lucas, 2020). I denne studien viser space syntax å kunne gi verdifull kunnskap om hvilke områder som bør hensyntas for å sikre økt sykkelvennelighet. Sett opp mot resultatene viser det å være en klar sammenheng mellom de mest integrerte gatene (Figur 44) og konsentrasjon av ulykker og nestenulykker (Figur 35). En forklaring kan knyttes opp mot den komplekse gatestrukturen som favoriserer høy grad av kryssende trafikk. En annen faktor kan trekkes ut fra sykkelinfrastruktur, hvor fravær av sammenhengende sykkelinfrastruktur bidrar til å gjøre syklisten mer uforutsigbar i forhold til øvrige trafikanter (Yan et al., 2011).

Et annet interessant funn er vinkelavviket (Figur 45), ÅDT (Figur 46) og integrasjonen (Figur 44). Trenden som kommer frem i denne studien viser at de mest integrerte gatestrukturene foruten om sentrumsområdet, favoriseres som de retteste strekkene med høyest gjennomgangstrafikk sett i forhold til ÅDT. Ut fra denne sammenhengen kan fart og trafikksammensetning for syklist og øvrige trafikanter tolkes i retning av å være sentrale faktorer for ulykker og nestenulykker (Loo & Tsui, 2010; Wang et al., 2009).

1.1.1 Bygningsmorfologien

Den urbane formen gjennom bygningstypen og bygningstettheten har fått liten oppmerksomhet i litteraturen knyttet til risiko for ulykker og nestenulykker. Resultatene i denne studien viser å favorisere høy grad av bygningstetthet og intensivering av bygningshøyde i de sentrale delene av bykjernen (Figur 47 og Figur 48). Sett opp mot konsentrasjonen av ulykker og nestenulykker (Figur 35) viser uoversiktlige byrom gjennom utfordrende siktlinjer å kunne være en sentral faktor for ulykker og nestenulykker.

7.3.2 Attraksjon gjennom MXI

Funksjonsblandingen (MXI) viser ifølge litteraturen å være en sentral faktor for å kunne forutsi bevegelsesmønsteret i sammenheng med infrastrukturen (Koning et al., 2020; Van Nes et al., 2012; Ye & Van Nes, 2014). I denne studien viser trenden (Figur 49) å favorisere sentrumsområdene med høy grad av bifunksjonalitet. Sett i forhold til befolkningstettheten (Figur 50) kan en mulig forklaring for den høye konsentrasjonen av ulykker følges av høy gjennomgangstrafikk fra syklistene og øvrige trafikanter. Dette argumentet viser å kunne få støtte sett opp mot konsentrasjonen av ulykker vektet gjennom hyppighet (Figur 39). Basert på dette kriteriet viser hovedferdselsårene gjennom Sandviksveien, Nattlandsveien og Bergen sentrum å være fremtreende og kan tolkes i retning av å være viktige pendlerruter mellom bydelene og sentrum. For å kunne trekke noen slutning må det foretas videre forskning med et større representativt utvalg, men resultatene gir allikevel indikasjoner på hvilke områder som bør prioriteres for videre satsing mot en mer sykkelvennlig by.

7.4 Det naturlige miljøet

Utfordrende klima og kupert terreng viser ifølge forskningen å være barrierer for sykling (Heinen et al., 2010; Hong et al., 2020; Vandenbulcke et al., 2009). Sett opp mot risiko for ulykke og nestenulykker er det mest nærliggende å anta de fleste trafikkulykker oppstår når værforholdene er dårlig. Resultatene i denne studien (Figur 30) viser imidlertid at ulykkene og nestenulykkene er sterkest representert når værforholdene er på sitt beste. En mulig forklaring kan være at syklistene opplever høyere grad av trygghet når værforholdene er gode og med dette undervurderer den reelle risikoen for ulykker. En annen årsak kan være at flere velger å sykle på disse dagene, hvor større variasjon i ferdighetsnivået forekommer. Sett opp mot resultatene i denne studien viser imidlertid ferdighetsnivået (Figur 31), hyppigheten (Figur 32), risikoprofilen (Figur 34) å tale for høy grad av oppmerksomhet og tilpasningsdyktighet til det bebygde miljøet. På den andre siden viser bil å være den mest fremtredende kollisjonspartneren (Figur 23 & Figur 24). Sett i forhold til årsakssammenhenger (Tabell 4) kan en mulig forklaring for vikepliktsbrudd være knyttet til at syklisten blir oversett av øvrige trafikanter på bakgrunn av solforholdene.

Sett opp mot litteraturen viser de fleste sykkel- og bilrelaterte trafikkulykkene å forekomme ved klarvær. Å tross av hyppigheten, viser alvorlighetsgraden å være større som følge av at

værforholdene blir mer utfordrende gjennom snø, regn og tåke (Kim et al., 2007). Bakgrunnen for dette kan ses i sammenheng med at reaksjonstiden blir lenger når sikten reduseres gjennom tåke og dårlig opplyste veier i vinterhalvåret. Sett opp mot denne studien, viser imidlertid de fleste ulykker å være alvorlige (Figur 25) hvor sentrumsområdene og innfartsårene er sterkest representert (Figur 41). Tilpasninger gjennom redusert fart hos syklisten på regntunge dager, kan her være en faktor som er utslagsgivende i forhold til trenden som kommer frem i denne studien.

7.5 Karaktertrekkene ved bydelene (case studie)

Det bebygde miljøets karakteristikk viser å få betydning for ulykkesrisikoen for syklist. Dette delkapittelet vil redegjøre for de sentrale karakteristikkene knyttet til Gjensidigekrysset, Nattlandsveien, Midtunheia og Søreidsgrenda (Figur 43).

Gjensidigekrysset og Nattlandsveien viser begge å ha påfallende like karakteristikk hvor topografi, utfordrende siktlinjer og komplekst trafikkbilde skaper høy grad av risiko for syklist. Kryssproblematikken viser ifølge studien (Tabell 4) å være sterkt representert ved de to lokalitetene og underbygges av litteraturen gjennom å være den viktigste bidragsyteren for trafikkulykker mellom syklist og bilist (Høye, 2017; Pai, 2011).

Et interessant funn knyttet til lokalitetene kan ses i sammenheng med tilrettelagt infrastruktur, hvor begge lokalitetene er tilrettelagt med sykkelfelt og kantstein for separasjon av fotgjengere og syklist. Sett opp mot sykkelhandboken viser sykkelfelt å trekkes frem som et sentralt virkemiddel for å øke trafikksikkerheten blant syklist, spesielt i sårbare kryssområder (Høye, 2015). Ved lokalitetene viser imidlertid bygningsmorfologien, veisstrukturen og de topografiske forholdene å skape utfordringer sett opp mot fart og siktlinjer.

Ved lokalitetene viser også kollektivknutepunkt å øke kompleksiteten hvor blindsoneproblematikken knyttet til buss og den økte fotgjengeraktiviteten blir trukket frem som risikofaktorer (Cho et al., 2009; Pai, 2011; Quddus, 2008).

Forskningen viser til at signaliserte kryss øker risikoen for sykkelulykker betraktelig (Wang &

Nihan, 2004). Vandenbulcke et al. (2014) viser videre til at lysregulerte kryss og markerte sykkelfelt skaper en økt risiko for sykkelrelaterte trafikkulykker. Bakgrunnen for dette viser å gjøre seg avhengig av at bilister ofte kutter svingen inn mot sykkelfeltet. Sykkelfeltene som kommer frem i denne type kryss viser i de fleste tilfeller å være utformet i den grad at syklisten opptrer i blindsonen for bilisten. Upassende design eller dårlig vedlikehold av sykkelfasiliteter viser å være en annen faktor som gir ringvirkninger i forhold til mulige konflikter i trafikkbildet.

Sett opp mot de suburbane lokalitetene ved Midtunheia og Søreidsgrenda viser en fellesnevner å være mangelfull sykkelinfrastruktur. Ved Søreidsgrenda viser den utslagsgivende faktoren å kunne følges gjennom rundkjøringsproblematikken og uheldig topografiske forhold som begrenser siktlinjen inn mot rundkjøringen. Sett opp mot litteraturen viser blindsoneproblematikken å være fremtredende ved denne type kryssløsninger og blir trukket frem som en av de største risikofaktorene for trafikkulykker (Daniels et al., 2009; Reynolds et al., 2009). Sikthinder og trafikkforhold viser også å gjøre seg gjeldende for Midtunheia, hvor bygningsstrukturen og kryssutformingen skaper utfordrende siktlinjer i T-krysset.

7.5.1 Space syntax

Strukturen knyttet til de fire utvalgte lokalitetene viser å ha påfallende likehetstrekk hvor ulykkene karakteriseres gjennom høy grad av integrasjon gjennom «*To movement potential*» (Figur 55) og rette strekk med lav grad av vinkelavvik, «*Through movement potential*» (Figur 56). En annen fellesnevner viser å gjøre seg gjeldende i forhold til fartsgrense (Figur 60). Sett opp mot ÅDT (Figur 62) viser trafikkmengden å kunne følges gjennom de urbane områdene (Gjensidigekrysset og Nattlandsveien) og de suburbane områdene (Midtunheia og Søreidsgrenda) sett opp mot overordnede ÅDT tall (Figur 46). Tilsvarende evidens viser å kunne følges i litteraturen knyttet til «*the theory of natural economic process*» sett opp mot sentrumsområdene (Koning et al., 2020; Penn et al., 1998).

Sett opp mot risiko for ulykker viser den geometriske utformingen å få betydning for potensiale for fart, men må videre ses i sammenheng med det naturlige miljøet og siktlinjer

gjennom det bebygde miljøet.

7.5.2 Space matrix

Den urbane formen og bygningstettheten knyttet til de fire utvalgte lokalitetene (Figur 57 & Figur 58) viser å karakteriseres gjennom lav grad av åpenhet ved ulykkesstedet og lav til middels rekkehusbebyggelse. Et interessant funn kan ses gjennom lokaliseringen av case-studiene, hvor nærhet til sentrum reflekteres med økende arealpress og intensivering av bygningstypologien. Sett i sammenheng med risiko for ulykke viser sikten å reduseres når bygningstypologien intensiveres, spesielt i tilknytning til Gjensidigekrysset og i noen grad ved Nattlandsveien. Sett i forhold til litteraturen viser funnene i denne studien å støtte opp under «*The theory of the natural urban transformation process*» (Koning et al., 2020; Ye & Van Nes, 2014)

7.5.3 Funksjonsblanding

Å kunne forstå det bebygde miljøet i kontekst av funksjonsblanding viser å kunne ha innvirkning på trafikkflyten i det bebygde miljøet, hvor høy grad av funksjonsblanding viser å redusere reisebehovene sett opp mot arbeidsplasser, boliger og fasiliteter (Koning et al., 2020; Van Nes et al., 2012; Ye & Van Nes, 2014). Sett i forhold til case-studiet viser grad av bifunksjonalitet (Figur 59) å være lav til medium ved ulykkespunktet. Det er på bakgrunn av dette vanskelig å trekke noe slutning basert på dette kriteriet alene. Mer forskning på området gjennom høyere oppløselig data vil være sentralt for å kunne si noe videre om denne sammenhengen.

7.6 Kunnskapsgapet

En av hovedutfordringene viser å gjøre seg avhengig av de store mørketallene som fremkommer på bakgrunn av underrapportering. Resultatene som fremgår i denne studien underbygger denne trenden og viser til at kun 41 % av ulykkene ble innrapportert til forsikringsselskapet (Figur 26). Sett opp mot alvorlighetsgraden, viser hele 55 % av ulykkene og nestenulykkene å ha vært av svært alvorlig til alvorlig karakter. Sett opp mot litteraturen viser dette å være en av hovedutfordringene når det kommer til å få kunnskap rundt de rommelige forholdene ved ulykker og nestenulykker (Quddus, 2008; Vandenbulcke et al.,

2009; Yan et al., 2011). Å få innsikt i hvilke faktorer som bidrar til ulykke vil være essensielt for beslutningstakere og arealplanleggere i veien mot en tryggere og attraktiv sykkelby.

8 Avsluttende kommentarer og videre arbeider

Denne studien har hatt som overordnet mål å kunne tilføre ny kunnskap innenfor fagfeltet, hvor fokuset har vært å se på de rommelige forholdene knyttet til ulykker og nestenulykker i det bebygde miljøet. Hovedfunnene viser å trekke frem problematikken rundt trafikkforholdene i sentrumsområdet. Videre viser det naturlige miljøet å ha innvirkning på lokaliseringen av ulykkene gjennom hovedfartsårene i Bergensdalen.

De generelle funnene i denne studien kan følges gjennom de oppsummerte punktene under:

- Å gjøre sentrum bilfritt og tilrettelegge for god sykkelinfrastruktur har vist i denne studien å være sentralt for å redusere antall sykkelrelaterte trafikkulykker i Bergen.
- Bygningstettheten og den urbane formen (Space matrix) viser å få sterk betydning for frekvensen av ulykker og nestenulykker i det bebygde miljøet.
- Grad av integrasjon, vinkelavvik og ÅDT viser videre å være faktorer som får betydning for distribusjonen av ulykker og nestenulykker.
- Økt søkelys på hvor ulykker skjer, hvorfor de skjer og den subjektive oppfattelsen av trygghet er faktorer som vil kunne bidra til kvalitetssikring av sykkelinfrastruktur i fremtiden gjennom den positive spiralen (Figur 63).

For å kunne understreke trendene i denne studien og konkludere er det behov for videre forskning rundt tematikken. Ved arbeidet med denne masteroppgaven har følgende spørsmål reist seg og vil være interessant å følge opp for andre som ønsker å ta fatt på lignende problemstillinger:

- Hvilke tiltak blir gjort i Bergen kommune for å imøtekomme målet om 10 % sykkelandel?
- Hvordan fremgår planleggingsprosessen for dagens sykkelinfrastruktur?

- Blir ulykkesstatistikk anvendt ved planlegging av ny sykkelinfrastruktur?
- Hvilke redskaper anvendes i arealplanleggingen i dag for kvalitetssikring av design?

9 Bibliografi

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80.
- Bergen kommune. (2021). *Sykelstrategi for Bergen 2020-2030*. B. kommune. <https://www.bergen.kommune.no/politikk/bystyret/bystyret-2019-2023/behandlede-saker/bymiljo/har-vedtatt-ny-sykelstrategi-for-bergen>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*. Oxford university press.
- Cameron, I., Harris, N., & Kehoe, N. (2001). Tram-related injuries in Sheffield. *Injury*, 32(4), 275-277.
- Cheng, W., & Washington, S. P. (2005). Experimental evaluation of hotspot identification methods. *Accident Analysis & Prevention*, 37(5), 870-881.
- Cho, G., Rodríguez, D. A., & Khattak, A. J. (2009). The role of the built environment in explaining relationships between perceived and actual pedestrian and bicyclist safety. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), 692-702.
- Dalton, N. (2001). Fractional configurational analysis and a solution to the Manhattan problem. Space Syntax 3rd International Symposium, Atlanta,
- Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., & Wets, G. (2009). Injury crashes with bicyclists at roundabouts: influence of some location characteristics and the design of cycle facilities. *Journal of safety research*, 40(2), 141-148.
- Dickinson, J. E., Kingham, S., Copsey, S., & Hougie, D. J. P. (2003). Employer travel plans, cycling and gender: will travel plan measures improve the outlook for cycling to work in the UK? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 8(1), 53-67.
- Eluru, N., Bhat, C. R., & Hensher, D. A. (2008). A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 40(3), 1033-1054.
- Elvik, R., & Bjørnskau, T. (2017). Safety-in-numbers: a systematic review and meta-analysis of evidence. *Safety science*, 92, 274-282.
- Garrard, J., Rose, G., & Lo, S. K. (2008). Promoting transportation cycling for women: the role of bicycle infrastructure. *Preventive medicine*, 46(1), 55-59.
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, city of cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196-206.
- Hartanto, K., Grigolon, A., Maarseveen, M. v., & Brussel, M. (2017). Developing a bikeability index in the context of transit-oriented development (TOD). 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM),
- Heinen, E., Van Wee, B., & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: an overview of the literature. *Transport reviews*, 30(1), 59-96.

- Hong, J., McArthur, D. P., & Stewart, J. L. (2020). Can providing safe cycling infrastructure encourage people to cycle more when it rains? The use of crowdsourced cycling data (Strava). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, 109-121.
- Høye, A. (2017). *Trafikksikkerhet for syklister*.
- Høye, A., Sørensen, M.W.J & De jong, T. (2015). *Seperate sykkelanlegg i by: Effekter på sikkerhet, fremkommelighet, trygghetsfølelse og sykkelbruk* (TØI rapport 1447, Issue.
- Kim, J.-K., Kim, S., Ulfarsson, G. F., & Porrello, L. A. (2007). Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 238-251.
- Klop, J. R., & Khattak, A. J. (1999). Factors influencing bicycle crash severity on two-lane, undivided roadways in North Carolina. *Transportation Research Record*, 1674(1), 78-85.
- Koning, R. E. d., Roald, H. J., & Nes, A. v. (2020). A scientific approach to the densification debate in Bergen centre in Norway. *Sustainability*, 12(21), 9178.
- Krizek, K. J., & Roland, R. W. (2005). What is at the end of the road? Understanding discontinuities of on-street bicycle lanes in urban settings. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(1), 55-68.
- Loo, B. P., & Tsui, K. (2010). Bicycle crash casualties in a highly motorized city. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1902-1907.
- Lowry, M. B., Callister, D., Gresham, M., & Moore, B. (2012). Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service. *Transportation Research Record*, 2314(1), 41-48.
- Meld.St. 20 (2020-2021). *Nasjonal transportplan 2022-2033*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/nasjonal-transportplan/id2475111/>
- Miljødirektoratet. (2021, 08.11.2021). *Klimagassutslipp fra transport*. Miljøstatus. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-transport/>
- Norconsult. (2019). *Evaluering av sykkelstrategien for Bergen 2010-2019* Bergen kommune. <https://www.bergen.kommune.no/politikk/politiskeutvalg/900101/mote/2513416/sak/224565>
- Pai, C.-W. (2011). Overtaking, rear-end, and door crashes involving bicycles: An empirical investigation. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 1228-1235.
- Parkin, J., Wardman, M., & Page, M. (2007). Models of perceived cycling risk and route acceptability. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 364-371.
- Pei, X., Wong, S., & Sze, N.-N. (2011). A joint-probability approach to crash prediction models. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 1160-1166.
- Penn, A., Hillier, B., Banister, D., & Xu, J. (1998). Configurational modelling of urban movement networks. *Environment and Planning B: planning and Design*, 25(1), 59-84.
- Plasschaert, G. V. (2011). *Spatial analysis of bicycle use and accident risk for cyclists*. Universitaires de Louvain.

- Pont, M. B., & Haupt, P. (2007). The relation between urban form and density. *Urban morphology*, 11(1), 62.
- Pont, M. B., & Haupt, P. A. (2010). *Spacematrix. space, density and urban form*. NAI Publishers.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport reviews*, 28(4), 495-528.
- Pucher, J., Komanoff, C., & Schimek, P. (1999). Bicycling renaissance in North America?: Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7-8), 625-654.
- Quddus, M. A. (2008). Modelling area-wide count outcomes with spatial correlation and heterogeneity: An analysis of London crash data. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), 1486-1497.
- Reynolds, C. C., Harris, M. A., Teschke, K., Cripton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental health*, 8(1), 1-19.
- Rådberg, J. (1996). Towards a theory of sustainability and urban quality; A new method for typological urban classification. Proceedings of the 14th Conference of the International Association for People-environment Studies, Stockholm, Sweden,
- Statens vegvesen. (2014). *Sykkelhåndboka* (Håndbok V122). Vegdirektoratet. <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/handboker-fullstendig-liste/>
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240.
- Van Den Hoek, J. (2009). The mixed use index (Mixed-use Index) as planning tool for (new) towns in the 21st century. *New Towns for the 21st Century: the Planned vs the Unplanned city*, 98-207.
- van den Hoek, J. (2009). The Mixed Use Index (MXI) as Planning Tool for (New) Towns in the 21st Century,[in:] Provoost M. *New Towns for the 21st Century: the Planned vs, the Unplanned City, Almere, The Netherlands*.
- Van Nes, A., Berghauser Pont, M., & Mashhoodi, B. (2012). Combination of Space syntax with spacematrix and the mixed use index: The Rotterdam South test case. 8th International Space Syntax Symposium, Santiago de Chile, Jan. 3-6, 2012,
- van Nes, A., & Yamu, C. (2021). *Introduction to space syntax in urban studies*. Springer Nature.
- van Nes, A., Yamu, C., Song, C., & Mohamed, A. A. (2019). *Depth map manual for Dummies*
- Vandenbulcke, G. (2011). *Spatial analysis of bicycle use and accident risks for cyclists* (Vol. 249). Presses univ. de Louvain.
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., de Geus, B., Degraeuwe, B., Torfs, R., Meeusen, R., & Panis, L. I. (2009). Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium. *Transport Policy*, 16(2), 77-87.
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., & Panis, L. I. (2014). Predicting cycling accident risk in Brussels: a spatial case-control approach. *Accident Analysis & Prevention*, 62, 341-357.

- von Stülpnagel, R., & Lucas, J. (2020). Crash risk and subjective risk perception during urban cycling: Evidence for congruent and incongruent sources. *Accident Analysis & Prevention*, *142*, 105584.
- Wang, C., Quddus, M. A., & Ison, S. G. (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, *41*(4), 798-808.
- Wang, Y., & Nihan, N. L. (2004). Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, *36*(3), 313-321.
- Yan, X., Ma, M., Huang, H., Abdel-Aty, M., & Wu, C. (2011). Motor vehicle–bicycle crashes in Beijing: Irregular maneuvers, crash patterns, and injury severity. *Accident Analysis & Prevention*, *43*(5), 1751-1758.
- Ye, Y., & Van Nes, A. (2014). Quantitative tools in urban morphology: Combining space syntax, spacematrix and mixed-use index in a GIS framework. *Urban morphology*, *18*(2), 97-118.
- Zagorskas, J. (2016). GIS-based modelling and estimation of land use mix in urban environment. *International Journal of Education and Learning Systems*, *1*.

10 Appendix

Besvarelsene fra spørreundersøkelsen og de urbane analysene er lagt ved som vedlegg ved innlevering av denne oppgaven. Dette er PDF filene:

Vedlegg 1: Kartmappe for masteroppgave.

Vedlegg 2: NSD – Meldeskjema for behandling av personvernopplysninger.

Vedlegg 3: Spørreundersøkelsen

Vedlegg 4: Space syntax (Tabell)

Vedlegg 5: Space matrix (Tabell)

Vedlegg 6: Funksjonsblanding, MXI (Tabell)

Vedlegg 7: Hot spot (Tabell)

Disse er lagt til som vedlegg, ekstern fra dette dokumentet gjennom wiseflow. Bakgrunnen for dette er størrelsen på dokumentene.